Paris, 4-8 novembre 2013

# 14ème CONGRÈS FRANÇAIS DE SÉDIMENTOLOGIE

LIVRE DES RÉSUMÉS

# 14ème Congrès Français de Sédimentologie

Centre des Congrès de la Villette
Cité des Sciences et de l'Industrie
Paris

**5 – 6 – 7 Novembre 2013**

ASSOCIATION DES SEDIMENTOLOGISTES FRANCAIS

## REMERCIEMENTS

L'organisation du 14ème Congrès Français de Sédimentologie a été rendue possible grâce au soutien :

- du Ministère de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur
- du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)
- de l'Université Pierre et Marie Curie
- de l'Université Paris-Sud
- de LaSalle-Beauvais
- de MINES ParisTech
- du Muséum National d'Histoire Naturelle
- de l'Institut Français du Pétrole Energies Nouvelles (IFPEN)
- du Bureau des Recherches Géologiques et Minières (BRGM)
- de GDF-Suez
- de TOTAL
- du Programme Actions Marges (CNRS-INSU)
- de la Société Géologique de France

Nous tenons également à remercier tout particulièrement :

- les personnels de nos laboratoires qui ont contribué à l'organisation de ce congrès
- le bureau de l'ASF
- les animateurs des sessions scientifiques
- les intervenants au forum des métiers
- les conférenciers-invités
- les organisateurs des balades et excursions pré- et post congrès.

## NOS SPONSORS

## COMITE D'ORGANISATION

Julien BAILLEUL (LaSalle Beauvais)
François BAUDIN (UPMC-Univ. Paris 6), coord.
Benjamin BRIGAUD (Univ. Paris Sud)
Stéphanie DUCHAMP-ALPHONSE (Univ. Paris Sud)
Christine FRANCKE (MINES ParisTech)
Philippe JOSEPH (IFPEN)
Bruno GALBRUN (CNRS, UPMC-Univ. Paris 6)
Sandrine GAY (CNRS, UPMC-Univ. Paris 6)
Laurence LE CALLONNEC (UPMC-Univ. Paris 6)
Alexandre LETHIERS (UPMC-Univ. Paris 6)
Eva MORENO (MNHN)
Marc de RAFELIS (UPMC-Univ. Paris 6)
Laurent RIQUIER (UPMC-Univ. Paris 6)
Alain TRENTESAUX (Univ. de Lille)
Dovy TRISTANI (UPMC-Univ. Paris 6)
Pierre WEILL (MINES ParisTech)

## COMITE SCIENTIFIQUE

Fabien ARNAUD (CNRS-Univ. Savoie)
Jocelyn BARBARAND (Univ. Paris Sud)
Laurie BARRIER (IPGP)
Franck BASSINOT (CNRS-LSCE)
François BAUDIN (UPMC)
Françoise BERGERAT (CNRS-UPMC)
Marie-Christine BOIRON (CNRS-Nancy)
Jean BORGOMANO (Univ.Aix-Marseille)
Slah BOULILA (UPMC)
Raphaël BOURILLOT (Univ. Bordeaux 3)
Benjamin BRIGAUD (Univ. Paris Sud)
Jean-François BUONCRISTANI (Univ. Bourgogne)
Cyril CASTANET (Univ. Paris 8)
Emmanuel CHAPRON (Univ. Orléans)
Isabelle COJAN (MINES ParisTech)
Christophe COLIN (Univ. Paris Sud)
François COSTARD (Univ. Paris Sud)
Sylvie CRASQUIN (CNRS-UPMC)
Jean-François DECONINCK (Univ. Bourgogne)
Rémy DESCHAMPS (IFPEN)
Patrick DE WEVER (MNHN)
Stéphanie DUCHAMP-ALPHONSE (Univ. Paris Sud)
Grégoire EGOROFF (MNHN)
Laurent EMMANUEL (UPMC)
Bruno GALBRUN (CNRS-UPMC)
Jean-Pierre GELY (AGBP)
Ulrich von GRAFENSTEIN (LSCE)
Didier GRANJEON (IFPEN)
François GUILLOCHEAU (Univ. Rennes)
Youri HAMON (IFPEN)
Philippe JOSEPH (IFPEN)
Anne LE FRIANT (IPGP)
Philippe LEONIDE (Univ. Aix-Marseille)
Estelle LEROUX (Univ. Brest)
Lise LEROUX (LRMH)
Lies LONCKE (Univ. Perpignan)
Nicolas MANGOLD (Univ. Nantes)
Beatriz MENENDEZ (Univ. Cergy-Pontoise)
Jean-Louis MUGNIER (Univ. Grenoble)
Thierry MULDER (Univ. Bordeaux 1)
Thierry NALPAS (Univ. Rennes)
Olivier PARIZE (AREVA)
Christophe PETIT (Univ. Paris 1)
Eric PORTIER (GDF-Suez)
Caroline PROGNON (BRGM)
Marc de RAFELIS (UPMC)
John REIJMER (VU University, Amsterdam)
Vincent RIBOULOT (IFREMER)
Laurent RIQUIER (UPMC)
Stéphane RODRIGUES (Univ. Tours)
Céline SCHNEIDER (Univ. Reims)
Johann SCHNYDER (UPMC)
Loic SEGALEN (UPMC)
Michel SERRANE (CNRS-Univ. Montpellier)
Vanessa TELES (IFPEN)
Bernadette TESSIER (CNRS-Univ. Caen)
Hervé THEVENIAUT (BRGM)
Médard THIRY (MINES ParisTech)
Benoît VINCENT (Cambridge Carbonate)
Pierre WEILL (MINES ParisTech)

# Mardi 5 Novembre 2013

| | Louis Armand E | | Louis Armand W | | Salle 1 | | Salle 2 | | Salle 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8h00-9h30 | Accueil - Inscriptions | | | | | | | | | |
| 9h30-9h45 | Ouverture Congrès | | | | | | | | | |
| 9h45-10h00 | | | | | | | | | | |
| 10h00-10h15 | Session 6 Dynamique littorale | GREGOIRE Gwendoline | Session 17 Tectonique & Sédim. | BECKERS Arnaud | Session 13 Paléoclimats holocènes | QUIERS Marine | Session 9 Systèmes turbiditiques | BETZLER Christian | Session 2 Argiles Sédimentaire | Introduction session |
| 10h15-10h30 | | FURGEROT Lucille | | BECK Christian | | COUCHOUD Isabelle | | TOUNADOUR Elsa | | PELLENARD Piere |
| 10h30-10h45 | | CHAUMILLON Eric | | CROUZET Christian | | WILHELM Bruno | | PRINCIPAUD Mélanie | | MENARD Gilles |
| 10h45-11h00 | | DORE Arnaud | | BORDERIE Sandra | | GUYARD Hervé | | MULDER Thierry | | DECONINCK J-François |
| 11h00-11h15 | | MAZIERES Alaïs | | ZARGOUNI Fouad | | MOJTAHID Méryem | | DUCASSOU Emmanuelle | | BUATIER Martine |
| 11h15-11h30 | | PRAT Sophie | | HADOUTH Suhail | | MEUNIER Guillaume | | POPRAWSKI Yohann | | EL ALBANI Abderrazak |
| 11h30-11h45 | | BAIN Olivier | | MUIA Georges | | MAGNY Michel | | MULDER Thierry | | DECONINCK J-François |
| 11h45-12h00 | | POUVREAU Nicolas | | BECCALETTO Laurent | | REVEL Marie | | HAIRABIAN Alex | | KRIM Nesma |
| 12h00-12h15 | | LE FAOU Yann | | COUEFFE Renaud | | DUPREY Nicolas | | FERRY Serge | | ROBIN Valentin |
| 12h15-13h45 | Pause déjeuner | | | | | | | | | |
| 13h45-14h30 | Conférence-invitée Karim Benzerara (IMPMC) | | | | | | | | | |
| 14h30-14h45 | Session 6 Dyn. littorale | NIZOU Jean | Session 17 Tecto & Séd. | ROHAIS Sebastien | S13 | SAINT-LU Marion | Session 4 Séd. lacustre | FOUCHER Anthony | Session 23 Archéologie | CAMMAS Cécilia |
| 14h45-15h00 | | SCHNEIDER Jean-Luc | | GAULLIER Virgnie | | CAREL Mélanie | | JENNY Jean-Philippe | | SIMONNEAU Anaelle |
| 15h00-15h15 | | FALVARD Simon | | BONNEL Cedric | | | | CHASSIOT Léo | | GIGUET-COVEX Charline |
| 15h15-15h30 | | VAN-VLIET Brigitte | | RIBES Charlotte | | | | WILHELM Bruno | | ZOCATELLI Renata |
| 15h30-15h45 | | ZAIBI Chahira | | KERGARAVAT Charlie | | | | CROUZET Christian | | NGUYEN TU Thanh Tuy |
| 15h45-16h00 | Pause Café | | | | | | | | | |
| 16h00-16h45 | Posters | | Posters | | Posters | | Posters | | Posters | |
| 16h45-17h00 | Session 6 Dyn. littorale | TESSIER Bernadette | Session 17 Tecto & Séd. | KOLODKA Christophe | Session 19 Minéral. écon. | DEKONINCK Augustin | Session 4 Séd. lacustre | SIMONNEAU Anaelle | Session 23 Archéologie | BRANCIER Jeanne |
| 17h00-17h15 | | REYNAUD Jean-Yves | | RAZIN Philippe | | BARBARAND Jocelyn | | NUTZ Alexis | | TODISCO Dominique |
| 17h15-17h30 | | BILLY Julie | | MALAVAL Manon | | GIGOUX Morgane | | GUYARD Hervé | | YOUCEF Fouzia |
| 17h30-17h45 | | BAUMANN Juliette | | JOUSSIAUME Rémi | | URI Freddy | | DERICQUEBOURG Perrine | | SELLAMI Farid |
| 17h45-18h00 | | DUPERRET Anne | | MOUTHEREAU Fréderic | | PONS Tony | | GHIRARDI Julie | | OLLIVE Vincent |
| 18h00-18h30 | | | | | | ILMEN Saïd | | ROMEY Carole | | TODISCO Dominique |
| | Transit vers Géode | | | | | | | | | |
| 18h30-19h30 | Géode Film IMAX 'Objectif Mars' | | | | | | | | | |

# Mercredi 6 Novembre 2013

| | Louis Armand E | | Louis Armand W | | Salle 1 | | Salle 2 | | Salle 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8h00-8h15 | Session 18 Dyn. bassins sédim. | PAQUET Fabien | Session 17 Tecto & Séd. | EUDE Adrien | Session 15 Contrôle Astronomique | GALBRUN Bruno | Session 24 Fluides-Séd.-Déform. | GAY Aurelien | Session 1 Altération & Altérites | ARBEY François |
| 8h15-8h30 | | BRIAIS Justine | | MUGNIER Jean-Louis | | CHARBONNIER Guillaume | | GILLET Hervé | | GILLOT Thomas |
| 8h30-8h45 | | HUSSON Eglentine | | VIAPLANA Marc | | MARTINEZ Mathieu | | CONTET Julien | | BESSIN Paul |
| 8h45-9h00 | | GRASSEAU Nicolas | | MARTILLO Carlos | | GHIRARDI Julie | | LAPLANCHE Audrey | | PROGNON Caroline |
| 9h00-9h15 | | GINE Anna | | MERCIER Marion | | BOULILA Slah | | LONCKE Lies | | THEVENIAUT Hervé |
| 9h15-9h30 | | COURGEON Simon | | MFAYAKOUO Bachirou | | DUCASSOU Emmanuelle | | PATTIER France | | FRANKE Christine |
| 9h30-9h45 | | HEILBRONN Gloria | | | | DE RAFELIS Marc | | PATTIER France | | GUILLOCHEAU François |
| 9h45-10h00 | | LOUTERBACH Mélanie | | | | MORENO Eva | | GAY Aurelien | | THIRY Médard |
| 10h00-10h30 | Pause Café | | | | | | | | | |
| 10h30-10h45 | Session 18 Dyn. bassins sédim. | OLIVIER Marie | Session 5 Sédimen. glaciaire | GUILLON Hervé | Session 16 A & D Réservoirs | BAILLEUL Julien | Ses. 24 | POTDEVIN Jean-Luc | Session 10 Continent-Océan | GUERIT Laure |
| 10h45-11h00 | | BRENDAN Simon | | PRUDHOMME Charlotte | | PICHAT Alexandre | | TRIBOVILLARD Nicolas | | ARMITAGE John |
| 11h00-11h15 | | GUILLOCHEAU François | | CHAPRON Emmanuel | | COJAN Isabelle | | GAY Aurelien | | LANDEMAINE Valentin |
| 11h15-11h30 | | REYNAUD Jean-Yves | | DIETRICH Pierre | | BROCHERAY Sandra | Session 11 Séd. MO | MURAT Anne | | LOGET Nicolas |
| 11h30-11h45 | | LEPRETRE Rémi | | RAVIER Edouard | | GUION Caroline | | HUGUET Arnaud | | MERCIER Marion |
| 11h45-12h00 | | BABY Guillaume | | CLERC Sylvain | | DUBOIN François-André | | LAVRIEUX Marlène | | ROUBY Delphine |
| 12h00-12h15 | | COUEFFE Renaud | | FERRY Serge | | SAIAG Jessica | | BERTRAND Olivia | | VESLIN Mathieu |
| 12h15-13h45 | Pause déjeuner | | | | | | | | | |
| 13h45-14h00 | Session 18 Dyn. bas. séd. | ASGHARI Afshin | Session 5 Sédimen. glaciaire | DESCHAMPS Rémy | Session 16 A & D Réservoirs | BARBIER Mickael | Session 11 Sédim. Matière Orga. | SEMAOUNE Priscillia | Session 10 Continent-Océan | GARGANI Julien |
| 14h00-14h15 | | GHIENNE Jean-François | | GIRARD Flavia | | ANDRIEU Simon | | SELLAMI Farid | | LEROUX Estelle |
| 14h15-14h30 | | KHILA Amma | | POHL Alexandre | | RABOURG Thomas | | ZOCATELLI Renata | | SELLIER Nicolas |
| 14h30-14h45 | | REYNAUD Jean-Yves | | GOURRRONC Marine | | ISSAUTIER Benoit | | STETTEN Elsa | | BONNEAU Lucile |
| 14h45-15h00 | | LASSEUR Eric | | VANVLIET Brigitte | | MAKHLOUFI Yasin | | MURAT Anne | | LOMBOTOMBO Sweeslath |
| 15h00-15h15 | | | | SITZIA Luca | | REGNET Jean-Baptiste | | GHIRARDI Julie | | MAUFFREY Marie-Aline |
| 15h15-15h30 | | | | NUTZ Alexis | | VINCENT Benoit | | CROMBEZ Vincent | | PICOT Marie |
| 15h30-15h45 | | | | | | BONIFACIE Magali | | ROHAIS Sébastien | | |
| 15h45-16h00 | Pause Café | | | | | | | | | |
| 16h00-16h45 | Posters | | Posters | | Posters | | Posters | | Posters | |
| 16h45-17h30 | **Conférence-invitée** Pierre Le Hir (IFREMER) | | | | **Réunion CLIMCOR** | | | | | |
| 17h30-18h00 | **Prix Y. Gubler** Anne Claire Chaboureau | | | | | | | | | |
| 18h00-19h30 | **Assemblée Générale ASF** | | | | | | | | | |
| | Soirée ASF - "Le loft" sur le site de la Cité des Sciences jusque minuit | | | | | | | | | |

# Jeudi 7 Novembre 2013

| | Louis Armand E | | Louis Armand W | | Salle 1 | | Salle 2 | | Salle 3 | | Salle 4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8h30-8h45 | Session 3 Syst. fluviatiles | GUPTA Sanjeev | Session 8 Plates-formes | PAS Damien | Session 22 Patrimoine | BLANC Annie | Session 20 Biominéralisation | ARBEY François | Session 14 Paléoclimats | MICKALA Olivia | |
| 8h45-9h00 | | REESINK Arnold | | MAHBOUBI Adessamed | | BOIVIN Pierre | | SALPIN Marie | | ARETZ Markus | |
| 9h00-9h15 | | CLAUDE Nicolas | | CARPENTIER Cédric | | FRONTEAU Gilles | | HUGUET Arnaud | | KRENCKER François-Nicolas | |
| 9h15-9h30 | | WINTENBERGER Coraline | | FLOQUET Marc | | MENENDEZ Beatriz | | CRASQUIN Sylvie | | HERMOSO Michael | |
| 9h30-9h45 | | PARROT Elsa | | DECHAMPS Sylvain | | ODIN Giliane | | HUERTAS Sebastien | | DERA Guillaume | |
| 9h45-10h00 | | RÄPPLE Bianca | | BRIGAUD Benjamin | | SAHEB Mandana | | SEGALEN Loic | | CHARBONNIER Guillaume | |
| 10h00-10h15 | Pause Café | | | | | | | | | | |
| 10h15-11h00 | Posters | | Posters | | Posters | | Posters | | Posters | | Poster |
| 11h00-11h15 | Session 3 Syst. fluviat. | SAKHO Issa | Session 8 Plates-formes | GRELAUD Carine | Session 22 Patrimoine | HENRY Claire | Session 20 Biomin. | MOUCHI Vincent | Session 14 Paléoclimats | CADEAU Pierre | Table Ronde Modélisation |
| 11h15-11h30 | | DHIVERT Elie | | LEGOFF Johan | | MALFILATRE Claudine | | BRAHMI Chloé | | NEGRA Mohamed | |
| 11h30-11h45 | | FRANKE Christine | | FISCHER Gyöngyvér | | EGOROFF Grégoire | | CANDELIER Yael | | DESMARES Delphine | |
| 11h45-12h00 | | RAUX Julie | | KINDLER Pascal | | BUTTNER Stéphane | | HERMOSO Michael | | BOMOU Brahimsamba | |
| 12h00-12h15 | | KONG Eléonore | | FOURNIER François | | | | DE RAFELIS Marc | | GAREL Sylvain | |
| 12h15-13h45 | Pause -déjeuner | | | | | | | | | | |
| 13h45-14h00 | Forum des Métiers | | Session 8 Plates-formes | JORRY Stephan | Session 3 Syst. fluviatiles | BARRIER Laurie | Session 12 Volcano-Sédim. | JOUANNIC Gwenolé | Session 14 Paléoclimats | YOON Daichi | Table Ronde Modélisation |
| 14h00-14h15 | | | | JORRY Stephan | | LICHT Alexie | | CARON Benoit | | HOAREAU Guilhem | |
| 14h15-14h30 | | | | VENNIN Emmanuelle | | NDONGO Alexie | | BERNARD Julien | | BOUGEOIS Laurie | |
| 14h30-14h45 | | | | BOUR Ivan | | VOS Koen | | PARIS Raphael | | DUPONT-NIVET Guillaume | |
| 14h45-15h00 | | | | LEBER Erwan | | CHRISTOPHOUL Frédéric | | PERINOTTO Hélène | | GILLOT Thomas | |
| 15h00-15h15 | | | | BOURILLOT Raphael | | DELEPLANCQUE Benoit | | ROSSIGNOL Camille | | ROCHE Damien | |
| 15h15-15h30 | | | | BOUTON Anthony | | JAMET Guillaume | | | | ROUSSELLE Gabrielle | |
| 15h30-16h00 | Pause café | | | | | | | | | | |
| 16h00-15h15 | Forum des Métiers | | S8 | PACE Aurélie | Session3 | MOREAU Julien | | | | | |
| 16h15-16h30 | | | | JADOT Hélène | | ISSAUTIER Benoit | | | | | |
| 16h30-16h45 | | | | | | WEILL Pierre | | | | | |
| 16h45-17h00 | | | | | | | | | | | |
| 17h00-17h15 | | | | | | | | | | | |
| 17h15-17h30 | | | | | | | | | | | |

## Mardi 5 Novembre 2013

## 8h-9h30 Accueil des participants

## 9h30-10h00 Ouverture du Congrès

François Baudin – Jean-François Deconinck

**Salle Louis Armand - Est**

## Sessions scientifiques

### Salle Louis Armand - Est

**Session : Dynamique littorale**

*Animateurs : Bernadette Tessier, Pierre Weill*

10h00-10h15 : ***INFLUENCE DES FACTEURS HYDRODYNAMIQUES SUR LA RÉPARTITION ET L'ÉVOLUTION MORPHO-SEDIMENTAIRE : EXEMPLE DE LA RADE DE BREST (FINISTERE)***
Gwendoline GREGOIRE, Axel EHRHOLD, Gwénaël JOUET, Claude AUGRIS, Laure SIMPLET, Pascal LE ROY, Thierry GARLAN

10h15-10h30 : ***EVOLUTION DES DEBITS SOLIDES DANS LA RIVIERE SEE (BAIE DU MONT-SAINT-MICHEL) LORS DU PASSAGE D'UN MASCARET***
Lucille FURGEROT, Dominique MOUAZÉ, Bernadette TESSIER, Laurent PEREZ, Sylvain HAQUIN

10h30-10h45 : ***FORMATION DE BRECHES ET EVOLUTIONS MORPHOLOGIQUES DES EMBOUCHURES TIDALES (LA FLECHE DE LA COUBRE, EMBOUCHURE DE LA GIRONDE)***
Eric CHAUMILLON, Florian OZENNE, Xavier BERTIN, Nathalie LONG

10h45-11h00 : ***EVOLUTION MORPHODYNAMIQUE DES DUNES SOUS-MARINES***
Arnaud DORE, Philippe BONNETON, Vincent MARIEU, Thierry GARLAN

11h00-11h15 : ***MORPHO-BATHYMETRIC ANALYSIS AND MONITORING OF THE AQUITAINE INNER SHELF SUPERFICIAL SEDIMENTARY COVER: EXAMPLE OF THE AREA OF "LA SALIE" BETWEEN 1984 AND 2012***
Alaïs MAZIÈRES, Hervé GILLET, Anaïs SCHIMTT, Eddy DARSAULT Thierry GARLAN, Cyril MALLET

11h15-11h30 : ***GEOMORPHOLOGIE ET SEDIMENTOLOGIE D'UNE PLATE-FORME CARBONATEE ISOLEE: L'ARCHIPEL DES GLORIEUSES, SO OCEAN INDIEN***
Sophie PRAT, Stéphan JORRY, Gwénaël JOUET, Pascal LE ROY, Gilbert CAMOIN, Claude VELLA, Bruno CALINE

11h30-11h45 : ***LA CÔTE SABLEUSE PICARDE : UN LITTORAL SOUS HAUTE SURVEILLANCE !***
Olivier BAIN, Anne COMBAUD, Guillaume VILLEMAGNE, Pascal BARRIER

11h45-12h00 : ***LES RESEAUX DE REFERENCE DES OBSERVATIONS MAREGRAPHIQUES : REFMAR***
Nicolas POUVREAU et l'équipe REFMAR

12h00-12h15 : ***UTILISATION DE LA SISMIQUE TRÈS HAUTE RÉSOLUTION SUR LES ZONES D'ÉNERGIES MARINES RENOUVELABLES***
Yann LE FAOU, Thierry GARLAN, Patrick GUYOMARD, Isabelle GABELOTAUD

**Pause déjeuner**

14h30-14h45 : ***LE MAGNETISME DES SEDIMENTS, UNE METHODE PIONNIERE DE TRACAGE DES REJETS DE DRAGAGE EN MER***
Jean NIZOU, François DEMORY, Jean-Claude DAUVIN, Patrick LESUEUR

14h45-15h00 : ***LA FABRIQUE MAGNÉTIQUE DES DÉPÔTS DU TSUNAMI DU 11 MARS 2011 DANS LA PLAINE CÔTIÈRE DE SENDAI (HONSHU, JAPON) : IMPLICATIONS SUR LES MÉCANISMES DE MISE EN PLACE***
Jean-Luc SCHNEIDER, Catherine CHAGUÉ-GOFF, James GOFF, Daisuke SUGAWARA, Kazuhisa GOTO, Witold SZCZUCIŃSKI, Jean-Luc BOUCHEZ

15h00-15h15 : ***APPLICATION DE LA MICROTOMOGRAPHIE PAR RAYONS X À L'ANALYSE DES DÉPÔTS DE TSUNAMIS***
Simon FALVARD, Raphaël PARIS, Stéphanie CUVEN

15h15-15h30 : ***TEMPETES DE L'HOLOCÈNE MOYEN ET SUPERIEUR EN BRETAGNE (NW FRANCE) : CHRONOLOGIE DES ÉVÉNEMENTS ET FORÇAGES CLIMATIQUES***
Brigitte VAN VLIET-LANOË, Aurélie PENAUD, Alain HENAFF, Christophe DELACOURT, Assia FERNANE, Jérôme GOSLIN, Bernard HALLÉGOUËT, Erwan LE CORNEC

15h30-15h45 : ***EVOLUTION DES PALEOENVIRONNEMENTS HOLOCENES A L'EMPLACEMENT DE LA COTE SUD DE LA SKHIRA (GOLFE DE GABES, TUNISIE) : DYNAMIQUE SEDIMENTAIRE ET EVENEMENTS EXTREMES ASSOCIEES***
Chahira ZAÏBI, Fekri KAMOUN, Pierre CARBONEL

**Pause-café et session posters**

16h45-17h00 : ***SIGNATURES SEDIMENTAIRES DE CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LES SUCCESSIONS COTIERES MEGATIDALES***
Bernadette TESSIER, Isabelle BILLEAUD, Philippe SORREL

17h00-17h15 : ***STRATIGRAPHIE DE LA PLATE-FORME ORIENTALE DES BOUCHES DE BONIFACIO (CORSE) : APPORTS DE LA SISMIQUE TRÈS HAUTE RÉSOLUTION***
Jean-Yves REYNAUD, Romuald VOISIN, Bernadette TESSIER

17h15-17h30 : ***ARCHITECTURE INTERNE PAR GEO-RADAR (GPR) DE LA PLAINE DE BEACH RIDGES, MIXTE SABLES-GALETS, DE MIQUELON-LANGLADE (N-O, ATLANTIQUE)***
Julie BILLY, Nicolas ROBIN, Raphael CERTAIN, Christopher HEIN, Duncan FITZGERALD, Serge BERNE

17h30-17h45 : ***ARCHITECTURE INTERNE ET DYNAMIQUE DES SYSTÈMES DE DUNES LITTORALES : IMAGERIE GÉOPHYSIQUE (GPR), GÉOMORPHOLOGIE ET SEDIMENTOLOGIE LE LONG DU LITTORAL DU COTENTIN***
Juliette BAUMANN, Jean-Rémi DUJARDIN, Maksim BANO, Philippe DURINGER, Nicolas ROBIN, Mathieu SCHUSTER

17h45-18h00 : ***LES PLATEFORMES LITTORALES DES COTES ROCHEUSES DE HAUTE-NORMANDIE / PICARDIE ET DU PAYS BIGOUDEN : MARQUEURS DE L'EROSION LITTORALE PLEISTOCENE-HOLOCENE ?***
Anne DUPERRET, Christine AUTHEMAYOU, Jean-Pierre COLBEAUX, Elsa DROMELET, Bernard HALLEGOUET, Bernard LE GALL, Céline RAIMBAULT, Vincent REGARD, Sara VANDYCKE, Brigitte VAN VLIET-LANOE

**Posters**

***TEMPETES ET SUBMERSIONS MARINES ENTRE 1500 ET 2000 (LE CAS DES COTES DE LA GIRONDE ET LA VENDEE)***
Nathalie GILOY, Jean-François BREILH, Eric CHAUMILLON, Thierry SAUZEAU, Xavier BERTIN, Jean-Luc SCHNEIDER

***IMPACT IN SITU DE L'ACIDIFICATION DES OCEANS SUR LE PROCESSUS DE DISSOLUTION BIOGENIQUE DES SUBSTRATS CALCAIRES : CAS D'ETUDE A ISCHIA (ITALIE)***
Julie GRANGE, Riccardo RODOLFO-METALPA, Aline TRIBOLLET

***INTERACTIONS VEGETATION-SEDIMENTATION SUR UNE FLECHE LITTORALE DE GALETS – LE HOURDEL (BAIE DE SOMME). PIEGEAGE DE SABLE PAR LE CRAMBE MARITIMA (CHOU MARIN)***
Sophie LE BOT, Bérengère DEJEANS, Estelle FOREY, Estelle LANGLOIS, Antoine MEIRLAND, Stéphane COSTA, Robert LAFITE

***LAST DECADE EVOLUTION AND SEDIMENTARY DYNAMIC OF THE HEAD OF THE CAPBRETON SUBMARINE CANYON (SW FRANCE): MORPHOBATHYMETRIC ANALYSIS AND NUMERICAL MODELLING***
Alaïs MAZIÈRES, Hervé GILLET, Bruno CASTELLE, Corentin GUYOT, Thierry MULDER, Thierry GARLAN, Cyril MALLET

***IMPACT DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LE REGISTRE SEDIMENTAIRE BARREMIEN DANS LE SUD DE LA TUNISIE***
Mohamed OUAJA, Balsam ASSILA, Amna KHILA, Mabrouk MONTACER, Fouad ZARGOUNI

## Salle Louis Armand - Ouest

**Session : Tectonique et Sédimentation**
*Animateurs : Laurie Barrier, Thierry Nalpas, Michel Seranne*

10h00-10h15 : ***POTENTIAL PALEOSEISMOLOGICAL RECORDS IN THE WESTERN GULF OF CORINTH SEDIMENTS (GREECE) FOR THE LAST 500 YEARS***
Arnaud BECKERS, Clément MORTIER, Christian BECK, Aurélia HUBERT-FERRARI, Jean-Louis REYSS, Efthymios TRIPSANAS, Dimitris SAKELLARIOU, Marc DE BATIST, Koen DE RYCKER, Pascale BASCOU, Anne-Lise DEVELLE

10h15-10h30 : ***CO-SEISMIC LAYERS AS CRITERIA FOR VERTICAL OFFSET COMPONENTS MEASUREMENT: EXAMPLES ALONG THE NORTH ANATOLIAN FAULT AND IN LESSER ANTILLES***
Christian BECK, Corina CAMPOS, Jean-Louis REYSS, Frédérique LECLERC, Eva MORENO, Nathalie FEUILLET

10h30-10h45 : ***MAGNETIC PARAMETERS AS TOOLS TO EVIDENCE AND DATE THE SEISMIC ACTIVITY IN LACUSTRINE ARCHIVES. EXAMPLES FROM THE WESTERN ALPS***
Christian CROUZET, Bruno WILHELM, Jean-Philippe JENNY, Marie REVEL, Christian BECK, Fabien ARNAUD, Nicolas THOUVENY

10h45-11h00 : ***RELATION ENTRE STRUCTURES TECTONIQUES ET SEDIMENTAIRES CONTEMPORAINES DES DEPOTS : ETUDE DE CAS (PASSAGE TRIAS-JURASSIQUE, DEVON ET PAYS DE GALLES, UK)***
Sandra BORDERIE, Johann SCHNYDER, Catherine HOMBERG

11h00-11h15 : ***SIGNIFICATIONS TECTONIQUE ET CLIMATIQUE DES CONGLOMERATS CONIACIENS DE LA CHAINE NORD DES CHOTTS (SUD DE LA TUNISIE)***
Fouad ZARGOUNI, Amna KHILA, Mohamed OUAJA

11h15-11h30 : ***SYNSEDIMENTARY TECTONIC AND DEPOSITIONAL SEQUENCES OF LATE TRIASSIC-LOWER LIASSIC DEPOSITS OF THE JEFFARA BASIN (SOUTHEASTERN TUNISIA)***
Suhail HADOUTH, Cédric CARPENTIER, Bernard LATHUILIÈRE, Jean-Loup RUBINO, Samir BOUAZIZ

11h30-11h45 : ***PALAEOGEOGRAPHICAL RECONSTRUCTION OF SUCCESSIVE RIFT LAKE ENVIRONMENTS IN THE NORTHERN AND CENTRAL SEGMENTS OF THE KENYA RIFT FROM PALEOGENE TO MIDDLE-UPPER MIOCENE***
George MUIA, Jean Jacques TIERCELIN

11h45-12h00 : ***GEOMETRY OF THE SEDIMENTARY FILLING AND ROLE OF PRESENT-DAY THE BORDER FAULTS DURING THE CENEZOIC RIFTING PHASE OF THE UPPER RHINE GRABEN OF WESTERN EUROPE***
Laurent BECCALETTO, Eric LASSEUR, Fabien PAQUET, Laure CAPAR

12h00-12h15 : ***LES FOSSÉS SYNRIFT EN LANGUEDOC : STRUCTURES D'INTERFÉRENCE ENTRE COMPRESSION PYRÉNÉENNE ET EXTENSION OLIGO-AQUITANIENNE***
Renaud COUËFFÉ, Alain BUISSON, Frédéric LACQUEMENT, Bruno TOURLIÈRE, François-André DUBOIN, Ophélie DURAND

**Pause déjeuner**

14h30-14h45 : ***ARCHITECTURE STRATIGRAPHIQUE ET EVOLUTION PALEOGEOGRAPHIQUE DU GOLFE DE SUEZ : APPORTS DE L'ENREGISTREMENT SEDIMENTAIRE SUR LA DYNAMIQUE D'UN RIFT***
Sébastien ROHAIS, Aurélien BARROIS, Bernard COLLETTA, Isabelle MORETTI

14h45-15h00 : ***RELATIONS TECTONIQUE ET SEDIMENTATION LE LONG DE LA MARGE EST-SARDE (MER TYRRHENIENNE) : DU RIFTING A LA REACTIVATION***
Virginie GAULLIER, Frank CHANIER, Bruno VENDEVILLE, Gaël LYMER, Agnès MAILLARD, Isabelle THINON, Johanna LOFI, Françoise SAGE, Pierre GIRESSE, Maria-Angela BASSETTI, Lies LONCKE

15h00-15h15 : ***CARACTERISATION DU REMPLISSAGE SÉDIMENTAIRE DE LA PARTIE CENTRALE DU BASSIN DE SIVAS : IMPLICATIONS PALEOGEOGRAPHIQUES DE LA TECTONIQUE SALIFERE***
Cédric BONNEL, Charlotte RIBES, Charlie KERGARAVAT, Philippe CRUMEYROLLE, Guilhem HOAREAU, Alexandre PICHAT, Jean-Paul CALLOT, Jean-Claude RINGENBACH

15h15-15h30 : ***INTERACTIONS ENTRE SEDIMENTATION CONTINENTALE ET TECTONIQUE SALIFERE : CAS DES MINI-BASSINS DE SIVAS (TURQUIE)***
Charlotte RIBES, Cédric BONNEL, Charlie KERGARAVAT, Philippe CRUMEYROLLE, Jean-Paul CALLOT, and Jean-Claude RINGENBACH

15h30-15h45 : ***CARACTERISATION STRUCTURALE DES INTERACTIONS TECTONIQUE ET SEDIMENTATION DES MINI-BASSINS DE SIVAS, (TURQUIE)***
Charlie KERGARAVAT, Charlotte RIBES, Jean-Paul CALLOT, Cédric BONNEL and Jean-Claude RINGENBACH

**Pause-café et session posters**

16h45-17h00 : ***INFLUENCE DE LA TECTONIQUE SALIFERE SUR LA SEDIMENTATION SILICOCLASTIQUE : EXEMPLE DU DIAPIR DE POZA DE LA SAL (N ESPAGNE)***
Christophe KOLODKA, Emmanuelle VENNIN, Raphael BOURILLOT, Sophie LELEU, Marc FLOQUET, Guy DESAUBLIAUX

17h00-17h15 : ***DIAPIRISME ET SEDIMENTATION DANS LE BASSIN JURASSIQUE DU HAUT-ATLAS (MAROC)***
Philippe RAZIN, Carine GRÉLAUD, Rémi JOUSSIAUME, Manon MALAVAL, Grégoire MESSAGER, Juan Diego MARTIN-MARTIN, Eduard SAURA, Jaume VERGES, David W. HUNT

17h15-17h30 : ***CARACTÉRISATION D'UNE SÉDIMENTATION SYNDIAPIRIQUE JURASSIQUE DANS LA REGION D'IMILCHIL, HAUT-ATLAS CENTRAL, MAROC***

Manon MALAVAL, Rémi JOUSSIAUME, Carine GRÉLAUD, Philippe RAZIN, Grégoire MESSAGER, Juan Diego MARTIN-MARTIN, Eduard SAURA, Jaume VERGES, David W. HUNT

17h30-17h45 : ***CONTRÔLES DIAPIRIQUES SUR LES SYSTÈMES DE PLATES-FORMES CARBONATÉES DU JURASSIQUE INFERIEUR DANS LE HAUT-ATLAS CENTRAL, MAROC***
Rémi JOUSSIAUME, Manon MALAVAL, Philippe RAZIN, Carine GRÉLAUD, Eduard SAURA, Juan Diego MARTIN-MARTIN, Jaume VERGES, David W. HUNT

17h45-18h00 : ***COOLING AND SOURCE-TO-SINK HISTORY OF NORTHERN PYRENEAN BASINS: CLUES TO UNDERSTAND MECHANISMS OF INVERSION OF THE EUROPEAN MARGIN***
Frédéric MOUTHEREAU, Pierre-Yves FILLEAUDEAU, Arnaud VACHERAT, Jean-Louis MUGNIER

**Suite de la session orale Mercredi matin et session posters Mercredi 6 après-midi**

## Salle S1

**Session : Paléoclimats et paléoenvironnements holocènes**
*Animateurs : Christophe Colin, Franck Bassinot*

10h00-10h15 : ***RECONSTRUCTION PALÉOENVIRONNEMENTALE À PARTIR DE PROXIES ORGANIQUES D'UNE STALAGMITE HOLOCÈNE DU MASSIF DES BAUGES (ALPES DU NORD)***
Marine QUIERS, Yves PERRETTE, Isabelle COUCHOUD, Colin SMITH, Alison J. BLYTH

10h15-10h30 : ***VARIATIONS CLIMATIQUES DES DERNIERS 11 ka DANS LES ALPES DU NORD ENREGISTRÉES PAR DES STALAGMITES***
Isabelle COUCHOUD, Russell DRYSDALE, Yves PERRETTE, Marine QUIERS, Pierre SABATIER, Fabien ARNAUD, John C. HELLSTROM

10h30-10h45 : ***RECONSTITUTION SEDIMENTOLOGIQUE DES EXTREMES HYDROLOGIQUES AU COURS DES DERNIERS MILLENAIRES DANS LES ALPES FRANÇAISES. RELATIONS AVEC LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES***
Bruno WILHELM, Fabien ARNAUD, Pierre SABATIER, Christian CROUZET, Jean-Jacques DELANNOY

10h45-11h00 : ***INFLUENCE DE L'ATLANTIQUE NORD SUR LA DYNAMIQUE DE GLACIERS DE HAUTE ALTITUDE (ALPES OCCIDENTALES FRANCAISES) PENDANT L'HOLOCENE TARDIF***
Hervé GUYARD, Emmanuel CHAPRON, Guillaume ST-ONGE, Jacques LABRIE

11h00-11h15 : ***LECTURE À HAUTE RÉSOLUTION DES SIGNAUX PALÉOCLIMATIQUES GLOBAUX ET RÉGIONAUX ENREGISTRÉS DANS LES FAUNES DE FORAMINIFÈRES : L'HOLOCÈNE D'UN BASSIN OCÉANIQUE MARGINAL***
Méryem MOJTAHID, Jennifer GARCIA, Elisabeth MICHEL, Michel CREMER, Hélène HOWA

11h15-11h30 : ***VARIABILITES CLIMATIQUES ET IMPACTS DES ACTIVITES HUMAINES SUR L'ENVIRONNEMENT MEDITERRANEEN, DURANT L'HOLOCENE, LE LONG D'UN AXE TRANSVERSAL OUEST - EST***
Guillaume MEUNIER, B. VANNIÈRE, M. DEBRET, I. JOUFFROY-BAPICOT, T. PEDROTTA, M. MAGNY

11h30-11h45 : ***NORTH-SOUTH PALAEOHYDROLOGICAL CONTRASTS IN THE CENTRAL MEDITERRANEAN DURING THE HOLOCENE: TENTATIVE SYNTHESIS AND WORKING HYPOTHESES***
Michel MAGNY, Nathalie COMBOURIEU-NEBOUT et les membres de LAMA

11h45-12h00 : ***21,000 YEARS OF ETHIOPIAN AFRICAN MONSOON VARIABILITY RECORDED IN SEDIMENTS OF THE NILE DEEP-SEA FAN***
Marie REVEL, Christophe COLIN, Stephano BERNASCONI, Nathalie COMBOURIEU-NEBOUT, Emmanuelle DUCASSOU, Francis GROUSSET, Yann ROLLAND, Sébastien MIGEON, Dosch BOSCH

12h00-12h15 : ***ROLE DU CLIMAT LORS DES PREMIERS PEUPLEMENTS LAPITA EN OCEANIE LOINTAINE: LA REPONSE DES BENITIERS (TRIDACNIDAE, MOLLUSQUE)***
Nicolas DUPREY, Claire E. LAZARETH, Guy CABIOCH, Jean-Christophe GALIPAUD

**Pause déjeuner**

14h30-14h45 : ***SIMULATIONS D'ENSO ET DE SES LIENS AVEC LA SPCZ DANS DIFFERENTS CONTEXTES CLIMATIQUES***
Marion SAINT-LU, Pascale BRACONNOT, Olivier MARTI, Matthieu LENGAIGNE, Julie LELOUP, Gillali ABDELAZIZ, Alina GAINUSA-BOGDAN

14h45-15h00 : ***RESTITUTION DE LA VARIABILITÉ CLIMATIQUE HOLOCÈNE LE LONG DE LA MARGE SUD-CHILIENNE PAR L'ÉTUDE HAUTE-RÉSOLUTION D'UN ENREGISTREMENT MARIN : NOUVELLES IMPLICATIONS SUR LA DYNAMIQUE DE LA CALOTTE NORD PATAGONIENNE***
Mélanie CAREL, Giuseppe SIANI, Christophe COLIN, Guillaume DELPECH, Elisabeth MICHEL, Catherine KISSEL

**Posters**

***SIGNATURES TEXTURALES ET GEOCHIMIQUES LIEES A L'INSTABILITE TECTONIQUE VS. A DES CHANGEMENTS PALEOENVIRONNEMENTAUX, AU COURS DU DERNIER MILLENAIRE DANS LE GOLFE DE CARIACO (VENEZUELA NORD-ORIENTAL)***
Iliana AGUILAR, Christian BECK, Franck AUDEMARD, Anne-Lise DEVELLE

***MODIFICATION RÉGIONALE DU CYCLE DE L'ÉROSION (2EME S. AV. – 4EME S. AP. J.-C.) DANS LES ALPES : UNE DÉFINITION LOCALE DE L'ANTHROPOCÈNE ?***
Fabien ARNAUD, Charline GIGUET-COVEX, Pierre SABATIER, Elise DOYEN, Anaëlle SIMONNEAU Pierre TABERLET et membres du programme PYGMALION

***GEOCHIMIE HAUTE RESOLUTION SUR ARCHIVES NATURELLES CONTINENTALES (SEDIMENTS, SPELETOHEMES, CERNES D'ARBRES): MESURES DE ROUTINE ET DEVELOPPEMENTS ANALYTIQUES***
Anne-Lise DEVELLE, Fabien ARNAUD, Pierre SABATIER, Stéphane GUEDRON, Laurent ASTRADE, Emilie CHALMIN-ALJANABI, Magali ROSSI

***COCCOLITHOPHORE AND FORAMINIFERA PALAEOPRODUCTIVITY CHANGES IN THE SE PACIFIC SINCE THE LGM***
Stéphanie DUCHAMP-ALPHONSE, Giuseppe SIANI, Luc BEAUFORT, Elisabeth MICHEL, Gulay ISGUDER, Frank PÉROCHON

***CHANGEMENTS CLIMATIQUES RAPIDES DANS LE NORD-OUEST DE LA FRANCE (GRANDE VASIÈRE) : ANALYSE DINOKYSTE À HAUTE-RÉSOLUTION DURANT LES DERNIERS 9000 ANS***
Axelle GANNE, Aurélie PENAUD, William HARDY, Samuel TOUCANNE, Filipa NAUGHTON, Frédérique EYNAUD, Jean-François BOURILLET

***ADAPTATION DE LA TECHNIQUE DE MESURE DE FLUORESCENCE X PAR SCANNER XRF AUX SPÉLÉOTHÈMES***
Marine QUIERS, Anne-Lise DEVELLE, Isabelle COUCHOUD, Emilie CHALMIN-ALJANABI, Yves PERRETTE

***PERSISTENT NON-SOLAR FORCING OF HOLOCENE STORM DYNAMICS IN COASTAL SEDIMENTARY ARCHIVES***

Philippe SORREL, Maxime DEBRET, Isabelle BILLEAUD, Samuel L. JACCARD, Jerry F. MCMANUS, Bernadette TESSIER

***DYNAMIQUE DES BARRIERES LITTORALES DEPUIS LE PETIT AGE GLACIAIRE : RECONSTITUTIONS STRATIGRAPHIQUE, HYDRODYNAMIQUE ET HISTORIQUE***

Bernadette TESSIER, Clément POIRIER, Eric CHAUMILLON, Pierre WEILL, Dominique MOUAZÉ, Xavier BERTIN, Guy WOPPELMANN, Emmanuel GARNIER, Suzanne NOËL

## Salle S1

**Session : Minéralisations économiques dans les bassins**

*Animateurs : Marie-Christine Boiron, Olivier Parize, Jocelyn Barbarand*

16h45-17h00 : ***GÉOCHIMIE, MINÉRALOGIE ET CHRONOLOGIE DES GISEMENTS DE MANGANÈSE DU DISTRICT D'IMINI (MAROC)***

Augustin DEKONINCK, Alain BERNARD, Jocelyn BARBARAND, Bertrand SAINT-BÉZAR, Yves MISSENARD, Rémi LEPRETRE, Omar SADDIQI, Gilles RUFFET, Johan YANS

17h00-17h15 : ***ÂGE DE LA MINÉRALISATION EN Mn DU DISTRICT D'IMINI (MAROC)***

Jocelyn BARBARAND, Augustin DEKONINCK, Johan YANS, Gilles RUFFET, Bertrand SAINT-BÉZAR, Yves MISSENARD, Rémi LEPRETRE, Omar SADDIQI

17h15-17h30 : ***LES GISEMENTS STRATIFORMES DE FLUORINE DE LA BORDURE SUD-EST DU BASSIN DE PARIS (MORVAN) : PARAGENESE, ELEMENTS TRACES ET ISOTOPES SR-ND***

Morgane GIGOUX, Benjamin BRIGAUD, Guillaume DELPECH, Maurice PAGEL, Thierry AUGE, Catherine GUERROT, Setareh RAD

17h30-17h45 : ***RELATIONS ENTRE LES CARACTERISTIQUES SEDIMENTOLOGIQUES ET DIAGENETIQUES DES GRES DE LA BASE DU BASSIN D'ATHABASCA ET LA LOCALISATION DES GISEMENTS D'URANIUM DANS LE DISTRICT DE SHEA CREEK (SASKATCHEWAN, CANADA)***

Freddy URI, Daniel BEAUFORT, Olivier PARIZE, Dave QUIRT

17h45-18h00 : ***CARACTÉRISATION GEOCHIMIQUE ET MINERALOGIQUE DU GISEMENT DE ZOOVCH OVOO (MONGOLIE) DE TYPE ROLL-FRONT***

Tony PONS, Maurice PAGEL, Régis ROY, Jean REYX, Marc BROUAND

18h00-18h15 : ***CONTROLES LITHOSTRUCTURAL ET MAGMATIQUE DES MINERALISATIONS DE LA REGION D'AMEZMIZ (HAUT ATLAS OCCIDENTAL, MAROC)***

Saïd ILMEN, Abdelkhalek ALANSARI, Amine BAJDDI, Aomar ENNACIRI, Lhou MAACHA

**Posters**

***LA MINERALISATION EN MANGANESE DE BOUARFA DANS LE HAUT ATLAS (MAROC)***

Ludovic LAFFORGUE, Jocelyn BARBARAND, Omar SADDIQI

## Salle S2

**Session : Carbonates resédimentés : systèmes turbiditiques carbonatés et/ou mixtes**

*Animateurs : Thierry Mulder, John Reijmer, Jean Borgomano*

10h00-10h15 : ***RE-EVALUATION OF SEDIMENTATION PATTERNS AT BAHAMIAN CARBONATE SLOPES (CRUISE M95)***

*Christian BETZLER, Sebastian LINDHORST, Thomas LÜDMANN, John REIJMER, Gregor EBERLI, Jürgen MÖBIUS, M95 Shipboard Scientific Party*

10h15-10h30 : ***MORPHOLOGIE ET EVOLUTION DES CANYONS SOUS-MARINS SUR LA PENTE CARBONATEE DE LITTLE BAHAMA BANK (BAHAMAS)***

Elsa TOURNADOUR, Thierry MULDER, Jean BORGOMANO, Hervé GILLET, Vincent HANQUIEZ, Emmanuelle DUCASSOU

10h30-10h45 : ***ARCHITECTURE ET DYNAMIQUE D'UN SYSTEME DE MASS TRANSPORT COMPLEX LE LONG DE LA PENTE OCCIDENTALE DE GREAT BAHAMA BANK***

Mélanie PRINCIPAUD, Thierry MULDER, Jean BORGOMANO, Emmanuelle DUCASSOU, Hervé GILLET, Vincent HANQUIEZ, Elsa TOURNADOUR

10h45-11h00 : ***DECOUVERTE D'UN COMPLEXE CHENAL-LEVEES ACTUEL SUR LA PENTE DES BAHAMAS***

Thierry MULDER, Emmanuelle DUCASSOU, Hervé GILLET, Vincent HANQUIEZ, Mélanie PRINCIPAUD, Gregor P. EBERLI, Pascal KINDLER, Ludivine CHABAUD, Eliane GONTHIER, Bruno MARSSET, François FOURNIER, Philippe LÉONIDE, Jean BORGOMANO

11h00-11h15 : ***SEDIMENTATION RECENTE SUR LA PENTE OCCIDENTALE DE GREAT BAHAMA BANK***

Emmanuelle DUCASSOU, Ludivine CHABAUD, Mélanie PRINCIPAUD, Sabine SCHMIDT, Vincent HANQUIEZ, Thierry MULDER

11h15-11h30 : ***VERS UN MODELE GENERAL DES CARBONATES RE-SEDIMENTES ? EXEMPLE DE LA FORMATION DES BRECHES DE BAKIO AUTOUR DU DIAPIR DE BAKIO (PAYS BASQUE, ESPAGNE)***

Yohann POPRAWSKI, Christophe BASILE, Luis AGIRREZABALA, Etienne JAILLARD, Matthieu GAUDIN, Thierry JACQUIN

11h30-11h45 : ***MISE EN PLACE DES DEPOTS GRAVITAIRES SUR UNE PENTE CARBONATEE***

Thierry MULDER, Anaïs SCHMITT, Jean Pierre PONTE, Emmanuelle DUCASSOU, Hervé GILLET, Cécile ROBIN, Vincent HANQUIEZ, Mélanie PRINCIPAUD, Ludivine CHABAUD, Jean BORGOMANO

11h45-12h00 : ***PROPRIÉTÉS PÉTROPHYSIQUES DE CARBONATES RESÉDIMENTÉS EN MILIEU MARIN PROFOND : LES AFFLEUREMENTS D'ÂGE CRÉTACÉ SUPÉRIEUR DU GARGANO (SE ITALIE)***

Alex HAIRABIAN, François FOURNIER, Jean BORGOMANO, Sergio NARDON

12h00-12h15 : ***GEOMETRIES ET FACIES COMPARES DE SYSTEMES TURBIDITIQUES CARBONATES COURTS (JURASSIQUE ET CRETACE DU BASSIN SUBALPIN FRANCAIS)***

Serge FERRY, Danièle GROSHENY

**Pause déjeuner**

**Posters**

***STRATIGRAPHIE ISOTOPIQUE, BIOSTRATIGRAPHIE ET PROCESSUS SEDIMENTAIRES D'UN SYSTEME CARBONATE MODERNE: LA PENTE NORD DU PETIT BANC DES BAHAMAS AU COURS DU DERNIER MILLION D'ANNEES***
Ludivine CHABAUD, Emmanuelle DUCASSOU, Thierry MULDER, Jacques GIRAUDEAU

***UPPER CRETACEOUS SLOPE CARBONATE SYSTEM IN SOUTH ALBANIA: FACIES, SEDIMENTARY PROCESSES AND GEOMETRY OF THE DEPOSITS IN THE IONIAN BASIN, EASTERN EDGE OF APULIA***
Johan LE GOFF, Adrian CEREPI, Rudy SWENNEN, Corine LOISY, Michele CARON, Kristaq MUSKA, Hamdy EL DESOUK

***ÉTUDE COMPARATIVE DE TURBIDITES CARBONATÉES DU PLIENSBACHIEN INFÉRIEUR ET D'UNE SÉRIE ACTUELLE DE LA MARGE COLOMBIENNE. IDENTIFICATION DE CRITÈRES SÉDIMENTOLOGIQUES DE RECONNAISSANCE DE SÉISMOTURBIDITES.***
Lisa TEXIER, Sébastien MIGEON, Françoise BERGERAT, Pierre-Yves COLLIN, Yasin MAKHLOUFI

***ANALYSE D'UNE LARGE CICATRICE DE GLISSEMENT SUR LA PENTE DE LITTLE BAHAMA BANK (BAHAMAS) : APPORTS POUR LA COMPREHENSION DES PROCESSUS DE GLISSEMENT EN MASSE DES PENTES CARBONATEES***
Elsa TOURNADOUR, Thierry MULDER, Jean BORGOMANO, Hervé GILLET, Vincent HANQUIEZ, Emmanuelle DUCASSOU

## Salle S2

**Session : Sédimentation lacustre**
*Animateurs : Emmanuel Chapron, Fabien Arnaud, Ulrich von Grafenstein*

14h30-14h45 : ***CONNECTIVITÉ DES VERSANTS ET COLMATAGE SÉDIMENTAIRE DES MASSES D'EAU EN CONTEXTE AGRICOLE : QUELS ENJEUX, QUELLES APPROCHES ?***
Anthony FOUCHER, Marc DESMET, Thierry COURP Emmanuel CHAPRON, Olivier EVRARD, Irène LEFEVRE, Elie DHIVERT, Olivier CERDAN, Rosalie VANDROMME, Sébastien SALVADOR-BLANES

14h45-15h00 : ***ZONES D'OXYGENE MINIMUM (OMZ) EN MILIEU LACUSTRE : UN DEVELOPPEMENT RECENT, UNE IMPLICATION CROISSANTE DES FORÇAGES CLIMATIQUES***
Jean-Philippe JENNY, Fabien ARNAUD, Benjamin ALRIC, Jean-Marcel DORIOZ, Pierre SABATIER, Victor FROSSARD, Marie Elodie PERGA Stéphan JORRY, Gwenaël JOUET, Pascal LE ROY, Sophie PRAT, Gilbert CAMOIN, Claude VELLA, Bruno CALINE

15h00-15h15 : ***CARACTERISATION DES REMPLISSAGES SEDIMENTAIRES LACUSTRES EN AUVERGNE : QUELLE SENSIBILITE FACE AUX SEISMES ?***
Léo CHASSIOT, Emmanuel CHAPRON, Christian DI GIOVANNI, Yannick MIRAS, Kazuyo TACHIKAWA, Patrick LAJEUNESSE, Patrick ALBERIC

15h15-15h30 : ***SEDIMENT ARCHIVE OF LAKE VENS (SW EUROPEAN ALPS, FRANCE) AS A RECORD OF LARGE MAGNITUDE EARTHQUAKES***
Bruno WILHELM, Jade PETERSEN, Marie REVEL, Yann ROLLAND, Christian CROUZET, Fabien ARNAUD, Olivier MAGAND

15h30-15h45 : ***L'ENREGISTREMENT DES VARIATIONS SECULAIRES DU CHAMP MAGNETIQUE TERRESTRE PAR LES SEDIMENTS DES LACS D'ALTITUDES DANS LES ALPES FRANÇAISES : UN OUTIL SUPPLEMENTAIRE DE DATATION ?***
Christian CROUZET, Bruno WILHELM, François DEMORY, Fabien ARNAUD, Pierre SABATIER, Nicolas THOUVENY

**Pause-café et session posters**

16h45-17h00 : ***CONSÉQUENCES DU CLIMAT HOLOCÈNE ET DES ACTIVITÉS HYDROÉLECTRIQUES MODERNES SUR LES ÉCOSYSTÈMES LACUSTRES : COMPARAISON INTER-SITES (OBSERVATOIRE HAUT VICDESSOS, FRANCE)***
Anaëlle SIMONNEAU, Emmanuel CHAPRON, Didier GALOP, Kazuyo TACHIKAWA, Gaël LE ROUX, Adrien CLAUSTRES, Florence MAZIER, Anthony FOUCHER, Christian DI GIOVANNI, Mikaël MOTELLICA-HEINO, Thomas HOUET, Thierry COURP, Marc DESMET, Edouard BARD

17h00-17h15 : ***ENREGISTREMENT SISMO-STRATIGRAPHIQUE DES SÉDIMENTS DU LAC-SAINT-JEAN (QUEBEC, CANADA) : UN EXEMPLE D'ÉVOLUTION SÉDIMENTAIRE LACUSTRE DOMINÉE VAGUE***
Alexis NUTZ, Jean-François GHIENNE, Mathieu SCHUSTER, Raphaël CERTAIN, Nicolas ROBIN, Claude ROQUIN, Olivier RAYNAL, Frédéric BOUCHETTE, Philippe DURINGER, Pierre A. COUSINEAU

17h15-17h30 : ***DYNAMIQUE ET ÉVOLUTION D'ENVIRONNEMENTS LACUSTRES SOUS-GLACIAIRES, PROGLACIAIRES ET POSTGLACIAIRES (LAC DU CRATÈRE DES PINGUALUIT, NUNAVIK, CANADA)***
Hervé GUYARD, Guillaume SAINT-ONGE, Reinhard PIENITZ, Pierre FRANCUS, Garry K.C. CLARKE, Bernd ZOLITSCHKA, Veli-Pekka SALONEN, Patrick LAJEUNESSE, Sonja HAUSMANN, Michel LAMOTHE

17h30-17h45 : ***PHOSPHORITES DES NIVEAUX A HOMINIDES DE LA FORMATION MIOCENE SUPERIEUR DE LUKEINO (COLLINES TUGEN, KENYA) : APPORT A LA CARACTERISATION DU MILIEU***
Perrine DERICQUEBOURG, Alain PERSON, Loïc SEGALEN, Nathalie FAGEL, Martin PICKFORD, Brigitte SENUT

17h45-18h00 : ***ORIGINE DES FACIES LAMINES DANS LES SEDIMENTS LACUSTRES EOCENE-OLIGOCENE DU GRABEN DE RENNES. APPROCHE MINERALE, ORGANIQUE ET CYCLOSTRATIGRAPHIQUE***
Julie GHIRARDI, Hugues BAUER, Jérémy JACOB, Claude LE MILBEAU, Roland BENOIT, Ida DI CARLO, Florence QUESNEL, Christian DI GIOVANNI

18h00-18h15 : ***CARACTERISATON DE LA SEDIMENTATION PLEISTOCENE DU PALEOLAC DE CASSIS (SE FRANCE)***
Carole ROMEY, Pierre ROCHETTE, Claude VELLA, Valérie ANDRIEU-PONEL, François DEMORY, Edward BARD, Kazuyo TACHIKAWA, Marta GARCIA

**Posters**

***CONTRÔLE DE L'ENVIRONNEMENT SUR LA SEDIMENTATION CARBONATEE RECENTE D'UN LAC DU MOYEN ATLAS (LAC AFOURGAGH, MAROC)***
Jean-Gabriel BREHERET, Sébastien DÉTRICHÉ, LHoucine KARRAT, Florent HINSCHBERGER, Jean-Jacques MACAIRE

***CARACTERISATION DES SERIES LACUSTRES DU MIOCENE SUPERIEUR DE L'ILE DE SAMOS. UN EXEMPLE DE PALEOLAC ALCALIN ET SALIN***
Rémy DESCHAMPS, Youri HAMON, Tristan DARRE, Christian GORINI

***AGE ET MODALITES DE L'EFFONDREMENT À L'ORIGINE DU LAC DE LAUVITEL, (VALLÉE DE L'OISANS, 1530 m). APPORTS D'UNE APPROCHE COUPLEE : DATATIONS COSMOGENIQUES, SISMIQUE REFLEXION ET CAROTTAGES LACUSTRES***
Laurent FOUINAT, Pierre SABATIER, Fabien ARNAUD, Eric CHAUMILLON, Philippe SCHOENEICH, Julien CARCAILLET, Romain DELUNEL, Bernard FANGET, Emmanuel MALET

***POTENTIEL DU $\delta^{18}O$ DE LA CHITINE DE CHIRONOMIDES FOSSILES POUR LES RECONSTRUCTIONS PALEOCLIMATIQUES : CALIBRATION AVEC LE $\delta^{18}O$ DE LA CALCITE DES OSTRACODES DANS LES SEDIMENTS DU LAC D'ANNECY (HAUTE-SAVOIE)***

Marlène LAVRIEUX, Valérie DAUX, Ulrich VON GRAFENSTEIN, Laurent MILLET, Monique PIERRE, Michel STIEVENARD, Valérie MASSON-DELMOTTE

***ESSAI DE CARACTERISATION A PARTIR DE PENETROMETRES ET DE PANNEAUX ELECTRIQUES DE DEPÔTS DE CONE EN CONTEXTE CONTINENTAL : CAS DU SITE DE TECHNOLAC (LE BOURGET, ALPES OCCIDENTALES, FRANCE)***
Gilles MENARD, Svetlana BYRDINA, Marielle COLLOMBET, Alexis HOMINAL, Sandra LELEU, Charles NICOLAS

***LA GESTION ET VALORISATION DES DONNÉES ISSUES DE CAROTTES SEDIMENTAIRES TERRESTRES EN FRANCE : VERS LA PROFESSIONNALISATION ET LA MUTUALISATION DE MOYENS***
Cécile PIGNOL, Fabien ARNAUD, Marie-Elodie PERGA, Bruno GALABERTIER, Bernard FANGET, Laurent AUGUSTIN, Michel CALZAS

***SPATIALISATION DE DEPOTS CO-SISMIQUES DANS LE REMPLISSAGE SEDIMENTAIRE DU LAC DE VENS (MERCANTOUR, ALPES FRANÇAISES)***
Marie REVEL, Eric CHAUMILLON, Bruno WILHELM, Jade PEDERSON, Elodie BRISET, Yann ROLLAND, Fabien ARNAUD, Christian CROUZET

***EVOLUTION TARDI-GLACIAIRE ET HOLOCENE D'UN BASSIN VERSANT DE MOYENNE MONTAGNE (LAC DE LA THUILE, MASSIF DES BAUGES) : IMPACTS CLIMATIQUE ET ANTHROPIQUE***
Pierre SABATIER, Manon BAJARD, Fernand DAVID, Jérôme POULENARD, Fabien ARNAUD, Anne-Lise DEVELLE, Anouk LELOUP-BESSON, Jean-Louis REYSS, Bernard FANGET, Emmanuel MALET, Daniel ARNAUD, Laurent AUGUSTIN, Christian CROUZET

***A PALEOLIMNOLOGICAL RECORD FROM LAKE SONKUL (KYRGYZSTAN) REVEALS HYDROLOGICAL CHANGES IN WESTERN CENTRAL ASIA BETWEEN 2000 AND 8400 CAL. BP***
Philippe SORREL, Xiangtong HUANG, Hedi OBERHÄNSLI

***RECONSTITUTION PALEO-ENVIRONNEMENTALE DES SEDIMENTS DE PALEOLACS HOLOCENES DU NORD SAHARA (CUVETTE DE OUARGLA, ALGERIE) : APPROACHES MICROMORPHOLOGIQUE ET GEOCHIMIQUE***
Fouzia YOUCEF, Baelhadj HAMDI-AÏSSA

## Salle S3

**Session en l'honneur d'*Hervé Chamley.* Argiles sédimentaires : paléoenvironnement, diagenèse, stockage**
*Animateur : Jean-François Deconinck*

10h00-10h15 : ***INTRODUCTION***
Jean-François DECONINCK

10h15-10h30 : ***APPORT DES MINÉRAUX ARGILEUX AUX RECONSTITUTIONS PALÉOCLIMATIQUES DU JURASSIQUE***
Pierre PELLENARD, Benjamin BRIGAUD, Jean-François DECONINCK, Guillaume DERA, Morgane GIGOUX, Michaël HERMOSO, Emmanuelle PUCÉAT, Ludovic BRUNEAU

10h30-10h45 : ***UTILISATION DES ARGILES COMME TRACEURS DE SOURCES DANS LA ZONE DAUPHINOISE (ALPES OCCIDENTALES, FRANCE)***
Gilles MENARD, Christian BECK

10h45-11h00 : ***DES ARGILES AU TEMPS GEOLOGIQUE : CONTROLE ASTROCLIMATIQUE DE LA SEDIMENTATION ARGILEUSE AU CRETACE INFERIEUR - EXEMPLE DU GRAND CYCLE DE L'EXCENTRICITE (405 ka)***
Jean-François DECONINCK, Julie GHIRARDI, Mathieu MOIROUD, Mathieu MARTINEZ, Ludovic BRUNEAU, Fabrice MONNA, Pierre PELLENARD, Clément BREZIAT, Fabienne GIRAUD, Stéphane REBOULET, Laurent RIQUIER

11h00-11h15 : ***MINERAUX ARGILEUX DANS DES FAILLES CHEVAUCHANTES (UNITE DU MONT PERDU-BASSIN SUD PYRENEEN) : MARQUEURS DES CONDITIONS DE LA DEFORMATION ET DES TRANSFERTS DE FLUIDES***
Martine BUATIER, Delphine CHARPENTIER, Vincent TRINCAL, Brice LACROIX, Pierre LABAUME, Anna TRAVE

11h15-11h30 : ***LA CONSERVAVTION D'ARGILES EXPANSIBLES DANS LES FORMATIONS FRANCEVILIENNES AU GABON (2.1GA): UNE LECON DE DIAGENESE***
Abderrazak EL ALBANI, Lauriss NGOMBI PEMBA, Alain MEUNIER, François GAUTHIER-LAFAYE

11h30-11h45 : ***PALEOTHERMICITE DU BASSIN DU SICHUAN (CHINE) D'APRES L'ETUDE MINERALOGIQUE DES K-BENTONITES DU PERMIEN SUPERIEUR***
Jean-François DECONINCK, Sylvie CRASQUIN, Ludovic BRUNEAU, Pierre PELLENARD, François BAUDIN, Qinglai FENG

11h45-12h00 : ***SEDIMENTOLOGIE DE LA FORMATION DE LA VACA MUERTA (JURASSIQUE TERMINAL - CRETACE BASAL) DANS LE BASSIN DU NEUQUEN (ARGENTINE)***
Nesma KRIM, Patrice IMBERT, Cedric BONNEL, Guilhem HOAREAU, Charles AUBOURG, Nicolas TRIBOVILLARD

12h00-12h15 : ***PETROGRAPHIE ET CRISTALLOCHIMIE DES SMECTITES AUTHIGENES DANS LES SABLES DES FORMATIONS IKANSK ET UYUK DU BASSIN DE CHU-SARYSU (KAZAKHSTAN)***
Valentin ROBIN, Benoit HEBERT, Paul SARDINI, Emmanuel TERTRE, Michael DESCOSTES, Nicolas FIET, Olivier REGNAULT, Daniel BEAUFORT

**Pause déjeuner**

**Posters**

***CARTOGRAPHIE ET MINERALOGIE DES FORMATIONS ARGILEUSES DE LA REGION DE BISKRA (ALGERIE)***
Bachir LAMOURI, Nathalie FAGEL, Lakhdar BOUABSA, Abdelmadjid CHOUABBI Jacques Richard MACHE

***GRADIENT DIAGÉNÉTIQUE ET PALÉOTHERMICITÉ EXPRIMÉS PAR LES MINÉRAUX ARGILEUX DANS LE CRÉTACÉ SUPÉRIEUR DES MASSIFS SUBALPINS SAVOYARDS***
Xavier MANGENOT, Jean-François DECONINCK, Pierre-Yves COLLIN, Didier QUESNE, Jean-Pierre SIZUN

***ÉTUDE HAUTE RÉSOLUTION DES FLUCTUATIONS CLIMATIQUES ENREGISTRÉES PAR LES DÉPOTS LACUSTRES EOCENE-OLIGOCENE (E/O) DU GRABEN DE RENNES PAR ANALYSE DU SIGNAL MINÉRALOGIQUE***
Marie SALPIN, Johann SCHNYDER, Alain PERSON, Hugues BAUER

## Salle S3

**Session : Archéologie et géo-environnement**

*Animateurs : Cyril Castanet, Christophe Petit*

14h30-14h45 : ***DIFFÉRENCIATION MICROMORPHOLOGIQUE ET GÉOCHIMIQUE DES MODES D'OCCUPATION DU SOL : PREMIERS RÉSULTATS SUR DES ANTHROPOSOLS ARCHÉOLOGIQUES (ROISSY-EN-FRANCE, XIIÈME-XVIÈME S.)***
Cécilia CAMMAS, Katell QUÉNÉA, Amy BELL, Xavier FRANÇOIS

14h45-15h00 : ***PRATIQUES AGRICOLES ET DIFFUSION DU MILLET CULTIVÉ DANS L'ARC ALPIN : UNE APPROCHE MOLÉCULAIRE (LAC LEDRO, ITALIE ET LACS LE BOURGET ET PALADRU, FRANCE)***
Anaëlle SIMONNEAU, Jérémy JACOB, Emmanuel CHAPRON, Christian DI GIOVANNI, Nicolas BOSSARD, Claude LE MILBEAU, Fabien ARNAUD, Michel MAGNY

15h00-15h15 : ***HISTOIRE DES ACTIVITES AGRO-PASTORALE ET DES PAYSAGES DE MONTAGNE REVELE PAR L'ADN SEDIMENTAIRE LACUSTRE***
Charline GIGUET-COVEX, Johan PANSU, Jérôme POULENARD, Fabien ARNAUD, Pierre SABATIER, Bajard MANON, Fernand DAVID, Anne-Lise DEVELLE, Cécile PIGNOL, Philippe CHOLER, Pierre TABERLET

15h15-15h30 : ***LES STEROLS ET LES ACIDES BILIAIRES DANS LES GEO-ARCHIVES : OUTILS PERTINENTS POUR LES ETUDES ARCHEOLOGIQUES ?***
Renata ZOCATELLI, Jean-Robert DISNAR, Jérémy JACOB, Claude LE MILBEAU

15h30-15h45 : ***APPORT DE L'ETUDE DE LA MATIERE ORGANIQUE DE SEDIMENTS ARCHEOLOGIQUES A LA RECONSTITUTION DU TANNAGE***
Thanh Thuy NGUYEN TU, Cécilia CAMMAS, Raphaël CLOTUCHE, Jean-François GORET, Géraldine TEYSSEIRE, Marion PLESSIS, Katia GRIRA, Thomas REBAUD, Sylvie DERENNE

**Pause-café et session posters**

16h45-17h00 : ***AMAZONIAN PRE-COLUMBIAN ANTHROSOLS: THE USE OF GEOCHEMICAL ANALYSIS TO DIFFERENCIATE GUIANAN DARK EARTH (GDE) FROM BRAZILIAN DARK EARTH (BDE)***
Jeanne BRANCIER, Dominique TODISCO, Cécilia CAMMAS, Eric FOUACHE

17h00-17h15 : ***GEOARCHEOLOGIE D'UN SITE PRECOLOMBIEN EN CONTEXTE DE CHENIER : PREMIERS RESULTATS OBTENUS SUR LE SITE DE SAINTE-AGATHE, GUYANE FRANCAISE***
Dominique TODISCO, Matthieu HILDEBRAND

17h15-17h30 : ***LES VARIATIONS CLIMATIQUES HOLOCENES DU SAHARA A TRAVERS L'EVOLUTION DU PALEO-LAC DE LA CUVETTE DE OUARGLA EN ALGERIE***
Fouzia YOUCEF, Belhadj HAMDI-AÏSSA, Farid SELLAMI, Frédéric PRODEO

17h30-17h45 : ***L'HERITAGE FLUVIO-KARSTIQUE DE LA VALLEE DE LA DORDOGNE ET SON INFLUENCE SUR LA REPARTITION DES SOLS ET DES OCCUPATIONS PREHISTORIQUES DANS LE BERGERACOIS EN DORDOGNE***
Farid SELLAMI, Frédéric PRODEO, Laurence BOURGUIGNON

17h45-18h00 : ***ORIGINE, PROCESSUS DE FORMATION ET EVOLUTION DES DEPRESSIONS FERMEES (MARDELLES) DU PLATEAU LORRAIN***
Vincent OLLIVE, Thierry KLAG, Philippe KLAG

18h00-18h15 : ***GEOARCHEOLOGIE D'UN SITE PALEOESQUIMAU EN CONTEXTE PERIGLACIAIRE : LE SITE DE TAYARA, NUNAVIK (CANADA)***
Dominique TODISCO

**Posters**

***GÉOCHIMIE HAUTE-RESOLUTION SUR LA SEQUENCE SEDIMENTAIRE DE SHRIEK: CHANGEMENTS DE L'ENVIRONNEMENT AU COURS DU NEOLITHIQUE DANS LA VALLEE DU RHIN***
Anne-Lise DEVELLE, Jean François BERGER, Fabien ARNAUD, Willem TOONEN, Adrien BARRA

***ARCHIVES SEDIMENTAIRES DE L'OCCUPATION DES SOLS AU CAPSIEN EN TUNISIE : APPROCHE GEOARCHEOLOGIQUE DES RAMMADIYAT***
Wassel EDDARGACH, Julia WATTEZ

***APPROCHES CROISÉES POUR LA DÉTERMINATION DE LA MATIÈRE ORGANIQUE CONSERVÉE DANS LES FOYERS PRÉHISTORIQUES : MICROMORPHOLOGIE ET CHIMIE ORGANIQUE***
Mathieu LEJAY, Marie ALEXIS, Katell QUENEA, Farid SELLAMI, François BON, Romain MENSAN, Pierre BODU, Gaëlle DUMARÇAY

***GEOARCHEOLOGIE DE LA VALLEE DU LOIR : DYNAMIQUES FLUVIALES ET SOCIO-ENVIRONNEMENTALES A VAAS (SARTHE)***
Julienne PIANA

***ÉVOLUTION DIAGENETIQUE DE COQUILLES DE MOLLUSQUES EN CONTEXTE ARCHEOLOGIQUE : LES PATELLES DE LA GROTTE EL HARHOURA 2 (TEMARA, MAROC)***
Julius NOUET, Corinne CHEVALLARD, Bastien FARRE, Gernot NEHRKE, Emmanuelle STOETZEL, Roland NESPOULET

***PRESERVATION DES PHASES MINERALES DES OS DANS LES SITES ARCHEOLOGIQUES***
Cécile QUANTIN, Julius NOUET, Pierre MASSARD, Yannicke DAUPHIN

## Salle Armand – Est
## 13h45-14h30 / Conférence invitée

***ETUDE DE LA BIOMINÉRALISATION DANS DES MICROBIALITES CARBONATÉS ACTUELS DU MEXIQUE : APPORTS SUR LES PROCESSUS DE FOSSILISATION ET SUR LE RÔLE DU VIVANT VS. DE L'ENVIRONNEMENT DANS LEUR FORMATION***

Karim BENZERARA, Nina ZEYEN, Jinhua LI, Alexis GROLEAU, Purificacion LOPEZ-GARCIA, David MOREIRA

## Mercredi 6 Novembre 2013

## Salle Louis Armand - Est

**Session : Dynamique des bassins sédimentaires**

*Animateurs : Jocelyn Barbarand, François Guillocheau*

8h00-8h15 : ***ÉVOLUTION DES CONNAISSANCES DU BASSIN ANGLO-PARISIEN – APPORTS DE LA GEOLOGIE MARINE : EXEMPLES DU MESOZOÏQUE ET DES GEOMETRIES SEDIMENTAIRES DE LA CRAIE DU PAYS DE CAUX***
Fabien PAQUET, Eric LASSEUR, Isabelle THINON, Massinissa BENABDELLOUAHED, Olivier DUGUÉ, Bernadette TESSIER, Simon COURGEON, Pol GUENNOC

8h15-8h30 : ***ÉVOLUTION GÉOMETRIQUE DES DÉPOTS PALÉOGENES DU BASSIN DE PARIS: LECTURE DES DÉFORMATIONS DE GRANDE LONGUEUR D'ONDE DE L'EUROPE DE L'OUEST***
Justine BRIAIS, François GUILLOCHEAU, Cécile ROBIN, Eric LASSEUR, Olivier SERRANO

8h30-8h45 : ***ARCHIVES SEDIMENTAIRES DES PALEOARSTS : OUTILS D'ENREGISTREMENT DES NIVEAUX DE BASE LOCAUX ET RECONSTITUTION GEODYNAMIQUE DES PLATEFORMES CARBONATES : EXEMPLE DU CRETACE AU NEOGENE LANGUEDOCIEN***
Eglantine HUSSON, Michel SÉRANNE, Hubert CAMUS, Pierre-Jean COMBES, Renaud COUËFFÉ, Mihaela Carmen MELINTE-DOBRINESCU, Marie-José FONDECAVE-WALLEZ, Bernard PEYBERNÈS

8h45-9h00 : ***ARCHITECTURE AND SEQUENTIAL ANALYSIS OF A HIGHLY-PROGRADATIONAL SYNTECTONIC DELTAIC SYSTEM: THE SOBRARBE DELTA COMPLEX (EOCENE, SOUTH PYRENEAN FORELAND BASIN, SPAIN)***
Nicolas GRASSEAU, Sophie PRUNIER-DUPARGE, Philippe RAZIN, Miguel LOPEZ-BLANCO, Pau ARBUES

9h00-9h15 : ***COMBINAISON DES ANALYSES MORPHOLOGIQUES ET GEOCHRONOLOGIQUES DES ZIRCONS POUR LES ÉTUDES DE PROVENANCE. SOURCES DE LA FORMATION SAINSHAND (MONGOLIE)***
GINÉ, Bertrand SAINT-BÉZAR, Antonio BENEDICTO

9h15-9h30 : ***PLIO-QUATERNARY EVOLUTION OF AN INTRA-SHELF BASIN IN MIXED SILICICLASTIC-CARBONATE SETTINGS (BONAPARTE BASIN, NW AUSTRALIA)***
Simon COURGEON, Julien BOURGET, Stéphan JORRY

9h30-9h45 : ***ÉVOLUTION PALÉOGÉOGRAPHIQUE ET PALÉOTOPOGRAPHIQUE DU TIAN SHAN CHINOIS AU MÉSOZOIQUE : UNE APPROCHE SÉDIMENTOLOGIQUE ET THERMOCHRONOLOGIQUE Gloria HEILBRONN, Cécile ROBIN, Laurie BARRIER, Sylvie BOURQUIN***
Marc JOLIVET, Yingying JIA, Laure GUÉRIT, Bihong FU

9h45-10h00 : ***PALEOENVIRONMENTAL RECONSTRUCTION OF A LATE PALAEOCENE MARINE INCURSION IN SOUTHERN AMAZONIA (MADRE DE DIOS, PERU)***
Mélanie LOUTERBACH, Martin RODDAZ, Julien BAILLEUL, Pierre-Olivier ANTOINE, Laurent MARIVAUX, Jung-Hyun KIM, Els van SOELEN, Francisco PARRA, Jean GÉRARD, Ysabel CALDERON, Patrice BABY

**Pause-café**

10h30-10h45 : ***LES SÉRIES FLUVIO-ÉOLIENNES DU « CUTLER GROUP », PERMIEN (UTAH, USA) : MODÈLE ARCHITECTURAL ET EXPRESSION DES UNITÉS GÉNÉTIQUES***
Marie OLIVIER, Sylvie BOURQUIN, Guy DÉSAUBLIAUX, Gautier DANIAU, Simon COURIVAUD, Camille ROSSIGNOL

10h45-11h00 : ***ALBERTINE RIFT, UGANDA: DEFORMATION-SEDIMENTATION-EROSION RELATIONSHIPS***
Simon BRENDAN, François GUILLOCHEAU, Cécile ROBIN, Martine BEZ, Philippe LAYS, Philippe BOURGES, Olivier DAUTEUIL, Thierry NALPAS

11h00-11h15 : ***LA SURRECTION CENOZOIQUE DU PLATEAU SUD AFRICAIN : CINETIQUE ET BILAN D'EROSION – ETUDE TERRE MER DE LA « SPERRGEBIET » (SUD NAMIBIE)***
François GUILLOCHEAU, Martin PICKFORD, Brigitte SENUT, Guillaume BABY

11h15-11h30 : ***PROCESSUS SÉDIMENTAIRES DANS LES DÉPÔTS PRÉSERVANT LES ORGANISMES COLONIAUX A 2.1 Ga DANS LE BASSIN FRANCEVILLIEN DU GABON***
Jean-Yves REYNAUD, Alain TRENTESAUX, Abderrazak EL ALBANI, François GAUTHIER-LAFAYE, Pascal BOUTON, Claude LAFOREST, Lauriss NGOMBI PEMBA

11h30-11h45 : ***EVOLUTION DE LA MARGE PASSIVE DE L'ATLANTIQUE CENTRAL AU SUD DU MAROC : APPORTS DE LA THERMOCHRONOLOGIE BASSE TEMPERATURE***
Rémi LEPRETRE, Yves MISSENARD, Jocelyn BARBARAND, Cécile GAUTHERON, Omar SADDIQI

11h45-12h00 : ***MOUVEMENTS VERTICAUX DE LA MARGE NO AFRICAINE***
Guillaume BABY, Alexis CAILLAUD, Gérôme CALVES, François GUILLOCHEAU, Cécile ROBIN, François LEPARMENTIER

12h00-12h15 : ***UN VOLCANISME PALÉOPROTÉROZOÏQUE POST-BIRIMIEN SUR LE CRATON OUEST-AFRICAIN ? MARQUEURS DÉCOUVERTS EN BASE DE LA COUVERTURE SÉDIMENTAIRE MÉSOPROTÉROZOÏQUE***
Renaud COUËFFÉ, Claude DELOR, Hervé THÉVENIAUT, Sergei SERGEEV

**Pause déjeuner**

13h45-14h00 : ***MAJOR UNCONFORMITIES AFFECTED THE PRE-KHUFF PALEOZOIC SUCCESSION OF THE ZAGROS AREA (SOUTHWEST OF IRAN)***
Afshin ASGHARI, Emmanuelle VENNIN, Guy DÉSAUBLIAUX, Davood MORSALNEZHAD

14h00-14h15 : ***MAGMATISME, IMPACTS METEORITIQUES ET INJECTITES DANS LE BASSIN DE MURZUQ (LIBYE): DYNAMIQUE POST-SEDIMENTAIRE D'UN BASSIN INTRACRATONIQUE***
Jean-François GHIENNE, Julien MOREAU, Jean-Loup RUBINO

14h15-14h30 : ***AMPLIFICATION, PAR LA TECTONIQUE, DES COURANTS DE MAREE SUR LA MARGE SEPTENTRIONALE DE LA PLATEFORME SAHARIENNE : CAS DES DUNES HYDRAULIQUES SANTONIENNES DE L'EXTREME SUD TUNISIEN***
Amna KHILA, Mohamed OUAJA, Fouad ZARGOUNI

14h30-14h45 : ***LES GRÈS DU NÉOCOMIEN DE LA PLATEFORME SAHARIENNE : DES DÉPÔTS TIDAUX À PLUS DE 1500 km DU SHELFBREAK …***
Jean-Yves REYNAUD, Serge FERRY, Jean-Loup RUBINO, Missoum HERKAT, Mohammed OUAJA

14h45-15h00 : ***ÉVOLUTION DU SUD DE LA TUNISIE (REGION DE GABES) DU JURASSIQUE SUPERIEUR AU MIOCENE***
Eric LASSEUR, Chedly ABBES, Gabriel COURRIOUX, Olivier SEDAN MIEGEMOLLE, Brahim ABIDI

Fin de la session orale **Pause-café et session posters** à partir de 15h45

**Posters**

***MEASUREMENT OF SUBSIDENCE AND EUSTATIC INTERACTIONS: FORWARD STRATIGRAPHIC MODELING (DIONISOSTM) OF THE LATE JURASSIC CARBONATE PLATFORM OF NOVA SCOTIA, CANADA***
Benjamin BRUNEAU, Stefan DOUBLET

***LA SISMIQUE, DONNEE FONDAMENTALE POUR MODELISER LE BASSIN MOLASSIQUE NORD ALPIN (PROJET GEOMOL)***
Laure CAPAR, Renaud COUËFFE, Roland BAUMBERGER, Agnès BRENOT, Alessandro CAGNONI, Gabriel COURRIOUX, Chiara D'AMBROGI, Chrystel DEZAYES, Charlotte FEHN, Sunsearé GABALDA, Gregor GÖTZL, Andrej LAPANJE, Stéphane MARC, Alberto MARTINI, Fabio Carlo MOLINARI, Edgar NITSCH, Robert PAMER, Marco PANTALONI, Sebastian PFLEIDERER, Andrea PICCIN, Nils OESTERLING, Isabel RUPF, Uta SCHULZ, Yves SIMEON, Günter SOKOL, Heiko ZUMSPREKELZ

***FORELAND BASIN DEVELOPMENT DURING CRETACEOUS TO PALEOCENE TIMES INFERRED FROM ND-SR ISOTOPIC EVIDENCES (MADRE DE DIOS FORELAND BASIN, PERU)***
Mélanie LOUTERBACH, Martin RODDAZ, Caroline SANCHEZ, Pierre-Olivier ANTOINE, Laurent MARIVAUX, Guillaume BILLET, Jochem VINK, Julien BAILLEUL, Patrice BABY, Ysabel CALDERON

***60 ANS DE RECHERCHE PETROLIERE AU SERVICE DE LA CONNAISSANCE GEOLOGIQUE NATIONALE***
Stéphane MARC, Olivier SERRANO

***CONTEXTE TECTONO-SEDIMENTAIRE DU BASSIN DE FRANCEVILLE (GABON)***
Thierry MULDER, †Jean-Louis FEYBESSE, François GUILLOCHEAU, Olivier PARIZE

## Salle Louis Armand - Ouest

**Session : Tectonique et Sédimentation**
*Animateurs : Laurie Barrier, Thierry Nalpas, Michel Seranne*

8h00-8h15 : ***LE SYSTÈME DE BASSIN D'AVANT-PAYS DU NORD DES ANDES CENTRALES : ENREGISTREMENT SÉDIMENTAIRE ET THERMOCHRONOLOGIE BASSE-TEMPÉRATURE***
Adrien EUDE, Martin RODDAZ, Stéphanie BRICHAU, Patrice BABY, Stéphane BRUSSET, Ysabel CALDERON

8h15-8h30 : ***EROSION, CHEVAUCHEMENTS HORS SEQUENCE ET SEDIMENTS HIMALAYENS***
Jean-Louis MUGNIER

8h30-8h45 : ***MODÉLISATION ANALOGIQUE DE LA DYNAMIQUE DU RÉSEAU DE DRAINAGE SUR UN PRISME D'ACCRÉTION***
Marc VIAPLANA, Julien BABAULT, Jean VAN DEN DRIESSCHE, Stéphane DOMINGUEZ

8h45-9h00 : ***PLEISTOCENE STRATIGRAPHIC SIGNATURE OF ACTIVE DEFORMATION ALONG THE CENTRAL ECUADORIAN SUBDUCTION MARGIN***
Carlos MARTILLO, Jean-Noël PROUST, François MICHAUD, Jean-Yves COLLOT

9h00-9h15 : ***STRUCTURE ET ÉVOLUTION DU PLATEAU DE DEMERARA (GUYANE FRANÇAISE)***
Marion MERCIER DE LÉPINAY, Christophe BASILE, Agnès MAILLARD, Lies LONCKE, France PATTIER, Walter R. ROEST, Virginie GAULLIER, Philippe de CLARENS

9h15-9h30 : ***FACIÈS SÉDIMENTAIRES ET ENVIRONNEMENTS DE DEPÔT DES FORMATIONS TERTIAIRES DE LA PARTIE « ONSHORE » (AXE CENTRAL E-W) DU BASSIN DE DOUALA, CAMEROUN***
Bachirou MFAYAKOUO CHAVOM, Pierre Ricard NJIKE NGAHA, Dieudonné BITOM

Fin de la session orale **Pause-café** à partir de 10h00

**Posters**

***IMPACT OF SYNKINEMATIC SEDIMENTATION ON THE GEOMETRY AND DYNAMICS OF COMPRESSIVE GROWTH STRUCTURES: ANALOGUE MODELLING INSIGHTS***
Laurie BARRIER, Thierry NALPAS, Jean-Noël PROUST, Denis GAPAIS

***THE STRUCTURAL PATTERN AND GEOLOGICAL EVOLUTION OF THE STEPHANO-PERMIAN BASINS KNOWN UNDER THE PRE-MESOZOIC BASEMENT OF THE SW PARIS BASIN (FRANCE)***
Laurent BECCALETTO, Eric LASSEUR, Guillaume MARTELET, Olivier SERRANO, Laure CAPAR, Stéphane MARC

***QUANTIFICATION DU RACCOURCISSEMENT COLLISIONNEL DANS LES ALPES OCCIDENTALES : QUELLES IMPLICATIONS POUR LA DYNAMIQUE DES BASSINS PERI-OROGENIQUES TERTIAIRES?***
Nicolas BELLAHSEN, Frédéric MOUTHEREAU, Olivier LACOMBE, Claudio ROSENBERG

***COMBINED LATE QUATERNARY EUSTATIC AND TECTONIC IMPACTS ON THE NORTHERN VENEZUELA MARGIN. FIRST RESULTS OF A HIGH RESOLUTION SEISMIC SURVEY***
Sirel COLON, Christian BECK, Franck AUDEMARD, Crelia PADRON, Marc DE BATIST

***GÉOMÉTRIE DES SÉRIES SYNRIFT ET POSTRIFT EN CAMARGUE ET CRAU : APPORT A LA COMPRÉHENSION DES STRUCTURES PRÉRIFT PIÉGÉES SOUS COUVERTURE (PROJET VASCO)***
Renaud COUËFFÉ, Sandrine GRATALOUP, Guillaume BADINIER, Fabien PAQUET, Isabelle THINON, Bruno TOURLIÈRE, Guillaume MARTELET

***RÔLE DE LA SEDIMENTATION SYN-CINEMATIQUE SUR L'EVOLUTION D'UNE STRUCTURE PLISSEE A DEUX NIVEAUX DE DECOLLEMENTS : APPORT DE LA MODELISATION ANALOGIQUES 3D SUR LE CAS INCAHUASI***
Romain DARNAULT, Jean-Marc DANIEL, Jean-Paul CALLOT, Jean-François BALLARD, Thierry NALPAS, Jean-Marie MENGUS, Daniel PILLOT

***INTERACTION DEFORMATION/SEDIMENTATION IN A MULTIDÉCOLLEMENT THRUST, ANALOGUE MODELLING - APPLICATION TO BOLIVIAN SUBANDEAN***
Lena DRIEHAUS, Thierry NALPAS, Jean-François BALLARD

***ORIGINE ET STRATIGRAPHIE DES COULEES DE DEBRIS PLIO-PLEISTOCENES DE LA MARGE DE L'ALGARVE (EXPEDITION IODP 339, SITE U1386)***
Léa FOURNIER, Emmanuelle DUCASSOU, Francisco Javier SIERRO, Jose Abel FLORES, Cristina ROQUE, Carlos ALVAREZ-ZARIKIAN, Johanna LOFI, Francisco Javier HERNANDEZ-MOLINA, Dorrik STOW et les scientifiques de l'Expédition IODP 339

***ENREGISTREMENT SEDIMENTAIRE ET EVOLUTION D'UNE RAMPE DE RELAIS, RIFT DE CORINTHE (GRECE): ROLE DE LA PROPAGATION DES FAILLES NORMALES EN LIEN AVEC LES STRUCTURES HERITEES***
Romain HEMELSDAËL, Mary FORD, Fabrice MALARTRE

***LATE QUATERNARY SEDIMENTATION AND ACTIVE FAULTING IN THE WESTERN TIP OF THE GULF OF CORINTH, GREECE***

Aurélia HUBERT-FERRARI, Arnaud BECKERS, Christian BECK, Sarah BODEUX, Efthymios TRIPSANAS, Dimitris SAKELLARIOU, Marc DE BATIST, Koen DE RYCKER, Pascale BASCOU, Willem VERSTEEG

***ENREGISTREMENT DES RELATIONS TECTONIQUE-SEDIMENTATION DANS LES PALEOKARSTS DU LANGUEDOC (SUD DE LA FRANCE)***
Eglantine HUSSON, Michel SÉRANNE, Hubert CAMUS, Pierre-Jean COMBES, Renaud COUËFFÉ, Mihaela Carmen MELINTE-DOBRINESCU, Marie-José FONDECAVE-WALLEZ, Bernard PEYBERNÈS

***EVOLUTION PLEISTOCENE DU SYSTEME DE CANYONS DU GOLFE DE GUAYAQUIL (EQUATEUR). CONTROLES PALEO-CLIMATIQUE ET TECTONIQUE***
Glenda LOAYZA TORO, Jean-Noël PROUST, François MICHAUD, Jean-Yves COLLOT

***PREMIERS RÉSULTATS DE LA CAMPAGNE IGUANES : LA MARGE TRANSFORMANTE DU NORD DU PLATEAU DE DEMERARA (GUYANE-SURINAM)***
Agnès MAILLARD, Christophe BASILE, Lies LONCKE, Marion MERCIER DE LÉPINAY, David GRAINDORGE, Arnauld HEURET et l'équipe scientifique IGUANES

***PALEOGEOGRAPHIC EVOLUTION OF THE EASTERN EDGE OF THE DOUALA BASIN FROM LOWER CENOMANIAN TO LOWER TURONIAN***
Bachirou MFAYAKOUO CHAVOM, Pierre Ricard NJIKE NGAHA, Georges Emmanuel EKODEK

***SEDIMENTARY RECORD OF PALEOTSUNAMIS ON THE COASTAL LAGOONS OF NORTHEASTERN VENEZUELA***
Javier OROPEZA, Franck AUDEMARD and Christian BECK

***UN NOUVEAU GILBERT DELTA PLIOCENE DANS LA RIA DE L'OUVEZE (SE FRANCE), IMPLICATIONS STRUCTURALES***
Jean-Loup RUBINO, Olivier PARIZE, Speranta POPESCU

## Salle Louis Armand - Ouest

**Session : Sédimentation glaciaire et périglaciaire**
*Animateurs : Jean-François Buoncristani, Jean-Louis Mugnier, Eric Portier, Rémy Deschamps*

10h30-10h45 : ***ORIGINE SUPRA OU SOUS-GLACIAIRE DES SEDIMENTS DES TORRENTS SOUS-GLACIAIRES ? L'EXEMPLE DES TORRENTS DE CROSETTE ET BOSSONS (MASSIF DU MONT-BLANC)***
Hervé GUILLON, Cécile GODON, Jean-Louis MUGNIER, Jean-François BUONCRISTIANI, Julien CARCAILLET, Jean-Louis PAQUETTE, Peter VAN DER BEEK, Riccardo VASSALLO

10h45-11h00 : ***GEOMORPHOLOGIE GLACIAIRE ET NUCLEIDES COSMOGENIQUE QU'EST CE QUE L'ON DATE ?***
Charlotte PRUD'HOMME, Riccardo VASSALLO, Julien CARCAILLET, Jean-Louis MUGNIER, Christian CROUZET

11h00-11h15 : ***SENSIBILITE DE LA SEDIMENTATION DU FJORD DE LA TABLE A LA DYNAMIQUE HOLOCENE DE LA CALOTTE GLACIAIRE COOK (ARCHIPEL DES KERGUELEN, OCEAN INDIEN, 49°S)***
Emmanuel CHAPRON, Elisabeth MICHEL, Patrick ALBERIC, Xavier CROSTA, Vincent JOMELLI, Léo CHASSIOT, Nicolas CAILLON, Vincent FAVIER, Fabien DEWILDE, Hélène LEAU

11h15-11h30 : ***ENREGISTREMENT GLACIAIRE A LA MARGE DE L'INLANDSIS HIRNANTIEN (ORDOVICIEN SUPERIEUR) DANS L'ANTI-ATLAS CENTRAL***
Pierre DIETRICH, Jean-François GHIENNE

11h30-11h45 : ***POREWATER PRESSURE CONTROL ON SUBGLACIAL SOFT SEDIMENT REMOBILISATION AND TUNNEL VALLEY FORMATION: EXAMPLE FROM THE ALNIF TUNNEL VALLEY (MOROCCO)***
Edouard RAVIER, Jean-François BUONCRISTIANI, Sylvain CLERC, Michel GUIRAUD, John MENZIES, Eric PORTIER

11h45-12h00 : ***CONTROLE STRUCTURAL DU RESEAU DE VALLEES TUNNEL DE L'ORDOVICIEN SUPERIEUR DU BASSIN D'ILLIZI, ALGERIE. VERS L'EXISTENCE DE DEPRESSIONS / LACS SOUS GLACIAIRES***
Sylvain CLERC, Piero CASTELANO, Luca MATTIONI, Eric PORTIER

12h00-12h15 : ***ARCHITECTURE ET FACIES DU REMPLISSAGE DES VALLEES ET LACS SOUS-GLACIAIRES ORDOVICIENS D'IHERIR-DJANET (SAHARA ALGERIEN)***
Serge FERRY, Eric PORTIER, Guy DÉSAUBLIAUX, Jean-François BUONCRISTIANI

**Pause déjeuner**

13h45-14h00 : ***LATE ORDOVICIAN DEGLACIATION IN THE TASSILI N'AJJERS AREA (ALGERIA): A RECORD OF THE GLACIO-EUSTATIC REBOUND ?***
Rémy DESCHAMPS, Stéphane ROUSSE, Rémi ESCHARD

14h00-14h15 : ***LATE ORDOVICIAN POSTGLACIAL TRANSGRESSIVE STRATA : A RECORD OF THE GLACIO-ISOSTATIC REBOUND ?***
Flavia GIRARD, Jean-François GHIENNE, Jean-Loup RUBINO

14h15-14h30 : ***MODELISATION NUMERIQUE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET CRYOSPHERIQUES DURANT L'ORDOVICIEN***
Alexandre POHL, Yannick DONNADIEU, Guillaume LE HIR, Christophe DUMAS, Jean-François BUONCRISTIANI, Emmanuelle VENNIN

14h30-14h45 : ***POSSIBLES CANDIDATS POUR DES VALLÉES TUNNEL SOUS-GLACIAIRES DANS LES BASSES ET MOYENNES LATITUDES DE MARS***
Marine GOURRONC, Olivier BOURGEOIS, Stéphane POCHAT

14h45-15h00 : ***ACTIVITE THERMOKARSTIQUE QUATERNAIRE DANS L'EST DU BASSIN DE PARIS. COMPARAISON AVEC L'ARCTIQUE ACTUEL***
Brigitte VAN VLIET-LANOË, Isabelle COJAN, Stephan BAIZE, Jacques BRULHET, Christian HIBSCH

15h00-15h15 : ***CHRONOSTRATIGRAPHIE DES DEPOTS ÉOLIENS SABLEUX DU DESERT LANDAIS (SO DE LA FRANCE)***
Luca SITZIA, Pascal BERTRAN, Philippe CHERY, Marion HERNANDEZ, Arnaud LENOBLE, Chantal LEROYER, Norbert MERCIER

15h15-15h30 : ***CONTRIBUTION A LA CARACTÉRISATION DES CORTEGES DE RÉGRESSION FORCÉE FINI-GLACIAIRE : EXEMPLE DE LA SÉQUENCE DE DÉGLACIATION QUATERNAIRE DU LAC SAINT-JEAN (QUEBEC, CANADA)***
Alexis NUTZ, Mathieu SCHUSTER, Jean-François GHIENNE, Frédéric BOUCHETTE, Claude ROQUIN, Philippe DURINGER, Pierre COUSINEAU

**Pause-café et session posters**

**Posters**

***LE DELTA HOLOCENE DE PORTNEUF (CÔTE NORD DU ST-LAURENT, QUEBEC) : ARCHITECTURE STRATIGRAPHIQUE D'UN SYSTEME EN REGRESSION FORCEE PAR LE REBOND GLACIO-ISOSTATIQUE***
Pierre DIETRICH, Jean-François GHIENNE, Mathieu SCHUSTER, Alexis NUTZ

***ACTIVITES SAISONNIERES SUR MARS: LE CAS DU CRATERE MATARA***
Kelly PASQUON, Julien GARGANI, Chiara MARMO, Gwenael JOUANNIC, Susan CONWAY

## Salle S1

**Session : Contrôles astronomiques sur la sédimentation**
*Animateurs : Slah Boulila, Bruno Galbrun*

8h00-8h15 : ***RHETIEN COURT OU RHETIEN LONG ? ANALYSE CYCLOSTRATIGRAPHIQUE DES FORMATIONS MARINES DES ALPES AUTRICHIENNES***
Bruno GALBRUN, Slah BOULILA, Leopold KRYSTYN, Annachiara BARTOLINI, Silvia GARDIN, Sylvain RICHOZ

8h15-8h30 : ***ASTRONOMICAL CALIBRATION OF THE VALANGINIAN "WEISSERT" EPISODE: THE ORPIERRE MARL-LIMESTONE SUCCESSION (VOCONTIAN BASIN, SOUTHEASTERN FRANCE)***
Guillaume CHARBONNIER, Slah BOULILA, Silvia GARDIN, Stéphanie DUCHAMP-ALPHONSE, Thierry ADATTE, Jorge E. SPANGENBERG, Karl B. FÖLLMI, Christophe COLIN, Bruno GALBRUN

8h30-8h45 : ***CALIBRATION ASTRONOMIQUE ET RADIOMÉTRIQUE DE L'HAUTERIVIEN SUPÉRIEUR DANS LE BASSIN VOCONTIEN (SUD-EST DE LA FRANCE) ET LE DOMAINE SUBBÉTIQUE (SUD-EST DE L'ESPAGNE)***
Mathieu MARTINEZ, Jean-François DECONINCK, Pierre PELLENARD, Laurent RIQUIER, Miguel COMPANY, Mathieu MOIROUD, Stéphane REBOULET

8h45-9h00 : ***MULTI-PROXY ORBITAL CHRONOLOGY IN THE AFTERMATH OF OAE1A (LOWER APTIAN): PALAEOCEANOGRAPHIC IMPLICATIONS (SERRE CHAITIEU SECTION, VOCONTIAN BASIN)***
Julie GHIRARDI, Jean-François DECONINCK, Pierre PELLENARD, Mathieu MARTINEZ, Ludovic BRUNEAU, Emmanuelle PUCÉAT

9h00-9h15 : ***ASTRONOMICAL CALIBRATION OF THE LATE EOCENE PRIABONIAN STAGE FROM A ~7 Myr-LONG LACUSTRINE RECORD (RENNES BASIN, FRANCE)***
Slah BOULILA, Bruno GALBRUN, Hugues BAUER

9h15-9h30 : ***MISE EN PLACE ET EVOLUTION DE LA MEDITERRANEAN OUTFLOW WATER : RESULTATS PRELIMINAIRES DE L'EXPEDITION IODP 339 DANS LE GOLFE DE CADIX***
Emmanuelle DUCASSOU, Johanna LOFI, Trevor WILLIAMS, F. Javier HERNANDEZ-MOLINA, Dorrik STOW, Carlos ALVAREZ-ZARIKIAN et les scientifiques de l'Expédition IODP 339

9h30-9h45 : ***ETUDE MULTI-OUTILS DES ALTERNANCES DU PLIOCENE DE SICILE : VERS UN MODELE ENVIRONNEMENTAL DE DÉPÔT DES ALTERNANCES QUADRIPARTITES***
Marc de RAFÉLIS, Catherine BELTRAN, Stéfan JEHANNO, Matilde SAINZ, Aïda El KILANI, Delphine DESMARES

9h45-10h00 : ***MONSOON AND SEA LEVEL CHANGES IN THE CONTROL OF TERRIGENOUS INPUTS AND PALEOPRODUCTIVITY IN THE TIMOR SEA DURING THE PAST 240 kyr***
Eva MORENO, Wei LIU, François BAUDIN, Nianqiao FANG, Franck BASSINOT

**Pause-café**

**Poster** (session posters à partir de 15h45)

***CYCLICITY EVIDENCE OF THE CARBONATIC SERIES NEAR THE CENOMANIAN-TURONIAN BOUNDARY IN CENTRAL TUNISIA***
Wafa CHERIF, Mohamed Hédi NEGRA, Jihene BEJAOUI, Daniele GROSHENY, Jalel JABALLAH

## Salle S1

**Session : Architecture et diagenèse des réservoirs**
*Animateurs : Benjamin Brigaud, Benoit Vincent*

10h30-10h45 : ***FACIÈS DE PLATEFORME ET DÉFORMATION DU DOMAINE INTERNE D'UN PRISME DE SUBDUCTION : IMPLICATIONS RÉSERVOIR***
Julien BAILLEUL, Emmanuel BESSE, Vincent CARON, Geoffroy MAHIEUX, Frank CHANIER, Stéphane ROUSSE(1,5), Jacky FERRIÈRE

10h45-11h00 : ***IMPACT DES ÉVAPORITES SUR LA DIAGENESE DES SERIES FLUVIATILES DES MINI BASSINS SALIFERES DE SIVAS (TURQUIE)***
Alexandre PICHAT, Guilhem HOAREAU, Jean-Marie ROUCHY, Charlotte RIBES, Charlie KERGARAVAT, Cédric BONNEL, Jean Paul CALLOT, Jean Claude RINGENBACH

11h00-11h15 : ***ESTIMATION DES PARAMÈTRES DES CORPS SABLEUX DE SYSTÈMES FLUVIATILES MÉANDRIFORMES À PARTIR DE DONNÉES DE PUITS***
Isabelle COJAN, Jacques RIVOIRARD, Pierre WEILL, Fabien ORS

11h15-11h30 : ***ASSOCIATION DE SCOURS ET DE SEDIMENT WAVES DANS LES DÉPÔTS DISTAUX DU SYSTÈME TURBIDITIQUE DU CAP-FERRET (GOLFE DE GASCOGNE)***
Sandra BROCHERAY, Aurélien REGERT, Michel CREMER, Sébastien ZARAGOSI, Vincent HANQUIEZ, Mickaël VICALVI

11h30-11h45 : ***ÉTUDE SÉDIMENTOLOGIQUE DU RHÉTIEN DANS L'EST DU BASSIN DE PARIS : FACIES, RESERVOIRS ET SEQUENCES***
Caroline GUION François-André DUBOIN, Gilles DROMART, Alain BUISSON, Ophélie DURAND

11h45-12h00 : ***QUALITÉS RÉSERVOIRS DES GRÈS COMPACTS DU RHETIEN DU BASSIN DE PARIS. EXEMPLE SUR LE CHAMP DE GRANDVILLE***
François-André DUBOIN, Gilles DROMART, Alain BUISSON, Caroline GUION

12h00-12h15 : ***CONTRÔLE SÉDIMENTOLOGIQUE SUR LES PROCESUS DIAGÉNÉTIQUES DES GRÈS TIDAUX DE LA FORMATION CAPE HAY : IMPACT SUR LES PROPRIÉTÉS RÉSERVOIRS (PERMIEN, BASSIN DE BONAPARTE, NORD DE L'AUSTRALIE)***
Jessica SAÏAG, Benjamin BRIGAUD, Éric PORTIER, Maurice PAGEL, Guy DÉSAUBLIAUX, Agathe BUCHERIE

**Pause déjeuner**

13h45-14h00 : ***ÉTUDES DES CONTRÔLES DE LA DISTRIBUTION DES PHASES DIAGÉNÉTIQUES DANS UN RÉSERVOIR CARBONATÉ : LA FORMATION MADISON (CARBONIFÈRE, BIGHORN BASIN, WYOMING, USA)***
Mickaël BARBIER, Marc FLOQUET, Youri HAMON, Jean-Paul CALLOT

14h00-14h15 : ***ORIGINE DE L'ÉVOLUTION DES SYSTÈMES SÉDIMENTAIRES CARBONATÉS ET DE L'ARCHITECTURE STRATIGRAPHIQUE AU CÉNOMANIEN MOYEN (NORD DU BASSIN AQUITAIN, FRANCE)***
Simon ANDRIEU, Benjamin BRIGAUD, Thomas RABOURG

14h15-14h30 : ***ORIGINE ET TIMING DES PROCESSUS DIAGÉNÉTIQUES DES CARBONATES DU CÉNOMANIEN MOYEN : IMPACT SUR LES PROPRIÉTÉS PÉTROGRAPHIQUES ET DE POROSITÉ (NORD DU BASSIN AQUITAIN)***
Thomas RABOURG, Benjamin BRIGAUD, Simon ANDRIEU

14h30-14h45 : ***STRATIGHRAPHIE SÉQUENTIELLE ET ARCHITECTURE SÉDIMENTAIRE HAUTE RÉSOLUTION DE L'OOLITHE BLANCHE DU BASSIN PARISIEN***
Benoît ISSAUTIER, Eric LASSEUR, Yasin MAKHLOUFI, Pierre-Yves COLLIN, Yves-Michel LE NINDRE

14h45-15h00 : ***IMPACT DE LA SÉDIMENTOLOGIE ET DE LA DIAGENÈSE SUR LA QUALITÉ D'UN RÉSERVOIR OOLITHIQUE DE TYPE « TIGHT » : CAS DE LA FORMATION DE L'OOLITHE BLANCHE (BATHONIEN, BASSIN DE PARIS)***
Yasin MAKHLOUFI, Pierre-Yves COLLIN, Françoise BERGERAT, Christian DAVID, Fabrice MONNA, Philippe ROBION, Jean-Pierre SIZUN, Christophe RIGOLLET

15h00-15h15 : ***FACIÈS ET PROPRIÉTÉS PÉTROPHYSIQUES DES CARBONATES NÉRITIQUES : EXEMPLE DU JURASSIQUE SUPÉRIEUR DE L'EST DU BASSIN DE PARIS***
Jean-Baptiste REGNET, Philippe ROBION, Benjamin BRIGAUD, Christian DAVID, Béatrice YVEN

15h15-15h30 : ***COUPLED NMR LOG/LAB INVESTIGATION OF CARBONATES: AN APPLICATION FOR HYDROGEOLOGICAL PURPOSE TO THE JURASSIC LIMESTONE OF THE PARIS BASIN (FRANCE)***
Benoit VINCENT, Benjamin BRIGAUD, Emmanuel JOBARD, Marc FLEURY, Béatrice YVEN, Philippe LANDREIN, Alain TROUILLER

15h30-15h45 : ***CALIBRATION DU GEOTHERMOMÈTRE $\Delta_{47}$ POUR LA CALCITE ET LA DOLOMITE (DE 0 A 300°C): VERS UNE MEILLEURE QUANTIFICATION DE L'HISTOIRE THERMIQUE ET DES PALEOCIRCULATIONS DES BASSINS***
Magali BONIFACIE, Damien CALMELS, Amandine KATZ

**Pause-café et session posters**

**Posters**

***DOLOMIES CENOZOÏQUES DE L'ILE DE MAYAGUANA, SE BAHAMAS: NOUVELLES OBSERVATIONS ET PERSPECTIVES A PARTIR DE L'ETUDE D'UNE CAROTTE***
Erika BALDESSIN, Pascal KINDLER, Gyöngyvér FISCHER, Fabienne GODEFROID

***SIGNATURE DIAGÉNÉTIQUE DES FORMATIONS CARBONATÉES BATHONIENNES DE L'OUEST DU BASSIN DE PARIS. APPORTS POUR LA COMPRÉHENSION DES PALÉOCIRCULATIONS DES FLUIDES***
Rémi CHARTON, Pierre-Yves COLLIN, Yasin MAKHLOUFI, Françoise BERGERAT, Pascal AUDIGANE, Eric LASSEUR

***SÉDIMENTOLOGIE ET GÉOMÉTRIE D'UNE BARRE DE MÉANDRE HÉTÉROLITHIQUE DE L'ESTUAIRE DE L'EYRE (BASSIN D'ARCACHON, SW FRANCE): ANALOGIE AVEC LA FORMATION DE MC MURRAY (CANADA)***
Chloé CHATEAU, Hervé GILLET, Hugues FENIES, Dale LECKIE

***MODÉLISATION HYDRO-GÉOLOGIQUE DES NAPPES ET DE LA DIAGENÈSE PRÉCOCE ASSOCIÉE***
Benoît CHAUVEAU, Youri HAMON, Anne BATTANI, Didier GRANJEON, Marie-Christine CACAS

***LE SILURIEN-DÉVONIEN DU BASSIN DE BERKINE (ALGÉRIE). ÉTUDE DE LA SÉRIE DES ARGILES ET DES NIVEAUX RÉSERVOIRS POUR LES PROJETS «GAS SHALES»***
Hocine DJOUDER, Geoffray MUSIAL, Bruno MURAT, Rachid AÏT-OUALI

***TRACES DE COURANTS CHENALISÉS A 800 KM DES CÔTES : MORPHOLOGIE TRÈS HAUTE-RESOLUTION DE LA TERMINAISON DU CHENAL ACTUEL DU SYSTÈME TURBIDITIQUE DU CONGO (CAMPAGNE CONGOLOBE)***
Laurence DROZ, Céline JACQ, Nathalie BABONNEAU, Bernard DENNIELOU, Marie PICOT, Morgan LE SAOUT, Johan SAOUT, Christophe RABOUILLE

***ARCHITECTURE DES CARBONATES DE SOURCES GÉOTHERMALES : EXEMPLE DU DÉPÔT D'OBRUKTEPE. COEXISTENCE DE TRAVERTINS ET DE TUFAS (BASSIN DE DENIZLI, TURQUIE)***
Benjamin LOPEZ, Gilbert CAMOIN, Mehmet ÖZKUL, Rudy SWENNEN, Aurélien VIRGONE

***TEXTURE ET STRUCTURE DES LOBES TERMINAUX FOSSILES DU SYSTÈME TURBIDITIQUE DU CONGO (DONNÉES REPREZAÏ)***
Tania MARSSET, Clément REPIN, Laurence DROZ, Michel CREMER, Marie PICOT, Bernard DENNIELOU et l'équipe REPREZAÏ

***FRACTURATION, INTÉRACTIONS FLUIDE/ROCHE ET MIGRATIONS DES FLUIDES DANS LES SÉRIES MÉSOZOÏQUES DE LA ZONE NORD-PYRÉNÉENNE (CHAINONS BÉARNAIS)***
Roland SALARDON, Jacques PIRONON, Cédric CARPENTIER, Nicolas BELLAHSEN

## Salle S2

**Session : Interactions fluides, sédimentation et déformation**
*Animateurs : Vincent Riboulot, Lies Loncke*

8h00-8h15 : ***APPORT D'UN SITE FOSSILE A LA COMPREHENSION DE L'HISTOIRE D'UNE SORTIE DE FLUIDES***
Aurélien GAY, Michel LOPEZ

8h15-8h30 : ***FOCUSED FLUID-FLOW PROCESSES THROUGH HIGH-RESOLUTION BATHYMETRIC, 2D SEISMIC AND CHIRP DATA FROM THE SOUTHERN PARTS OF THE BAY OF BISCAY, FRANCE***
Hervé GILLET, Catherine BAUDON, Michel CREMER, Guillaume RAPINAT

8h30-8h45 : ***SILLONS ET NIVEAUX INDURES : INTEGRATION DES DONNEES GEOPHYSIQUES ET GEOTECHNIQUES (BLOC 17, OFFSHORE ANGOLA)***
Julien CONTET, Patrice IMBERT, Eric CAUQUIL

8h45-9h00 : ***LA CARACTERISATION GEOPHYSIQUE DES CONDUITS DE MIGRATION DE FLUIDES DANS LES BASSINS SEDIMENTAIRES : GEOMETRIE, PROPAGATION ET ROLE SUR LA DEFORMATION***
Audrey LAPLANCHE, Aurélien GAY, Tania MARSSET

9h00-9h15 : ***PREMIERS RESULTATS DE LA CAMPAGNE IGUANES : INSTABILITES ET FLUIDES AU LARGE DE LA MARGE TRANSFORMANTE GUYANE SURINAM***
Lies LONCKE et l'équipe scientifique IGUANES

9h15-9h30 : ***LES DEPRESSIONS FOSSILES DU PLATEAU DE DEMERARA : DES PALEO-POCKMARKS À HYDRATES ?***
France PATTIER, Patrice IMBERT, Lies LONCKE, Virginie GAULLIER, Walter R. ROEST, Christophe BASILE, Agnès MAILLARD et l'équipe scientifique IGUANES

9h30-9h45 : ***INFLUENCE DES SURPRESSIONS DE FLUIDE SUR LES GLISSEMENTS LE LONG D'UNE MARGE TRANSFORMANTE : MODÉLISATION ANALOGIQUE ET APPLICATION AU PLATEAU DE DEMERARA (GUYANE FRANÇAISE)***
France PATTIER, Bruno VENDEVILLE, Lies LONCKE, Aurélien LACOSTE,Virginie GAULLIER, Walter R. ROEST, Christophe BASILE, Agnès MAILLARD, Martin PATRIAT,Gaëtan BLONDIAU

9h45-10h00 : ***LES CIRCULATIONS DE FLUIDES GRANDE ECHELLE SUR LES MARGES : LE PROJET EFEB***
Aurélien GAY, Johanna LOFI

**Pause-café**

10h30-10h45 : ***LES CONCRÉTIONS CARBONATÉES TUBULAIRES DE LA MARGE ÉMERGÉE DE NOUVELLE- ZÉLANDE : DES MARQUEURS DE CIRCULATIONS DE FLUIDES***
Jean-Luc POTDEVIN, Frank CHANIER, Nicolas TRIBOVILLARD

10h45-11h00 : ***INTERACTIONS ENTRE TECTONIQUE SYNSÉDIMENTAIRE, ECHAPPEMENT DE FLUIDES ET CARBONATES AUTHIGENIQUES DANS LE JURASSIQUE SUPERIEUR DU BOULONNAIS (FRANCE)***
Nicolas TRIBOVILLARD, Olivier AVERBUCH, Ebraheem HATEM, François GUILLOT, Jean-Luc POTDEVIN, Pierre SANSJOFRE, Florent BARBECOT, Diane VIDIER

11h00-11h15 : ***ACTION MARGES, LE THEME « FLUIDES, MATIERE ORGANIQUE ET MATIERES MINERALES » : ENJEUX SCIENTIFIQUES ET PERSPECTIVES***
Aurélien GAY, Sébastien MIGEON

**Poster**

***PREMIERS RESULTATS DE LA CAMPAGNE IGUANES : MODELES NUMERIQUES DE TERRAIN BASES SUR LES DONNEES BATHYMETRIQUES MULTIFAISCEAUX***
Sylvain BERMELL, Walter R. ROEST et l'équipe scientifique IGUANES

***GLISSEMENTS ET SORTIES DE FLUIDES DANS UNE MARGE TRANSFORMANTE, LE PLATEAU DE DEMERARA EST (GUYANE FRANÇAISE)***
France PATTIER, Lies LONCKE, Virginie GAULLIER, Christophe BASILE, Agnès MAILLARD, Patrice IMBERT, Walter R. ROEST, Bruno C. VENDEVILLE, Martin PATRIAT, Benoît LOUBRIEU et l'équipe scientifique IGUANES

***LES CHANGEMENTS DU NIVEAU MARIN ET LA PRESENCE DE GAZ LIBRE CONTROLENT LA FORMATION D'UN GLISSEMENT ET DES POCKMARKS ASSOCIES AU LARGE DU NIGERIA***
Vincent RIBOULOT, Antonio CATTANEO, Nabil SULTAN, Sébastien GARZIGLIA, Stephan KER, Patrice IMBERT, Michel VOISSET

***STRUCTURES SEDIMENTAIRES LIEES A L'HYDROFRACTURATION DANS LES FORMATIONS RUPELIENNES DE LIMAGNE***
Cédric TALLOBRE, Jean-François DECONINCK Emmanuelle VENNIN, Michel GUIRAUD

## Salle S2

**Session : Sédimentologie de la matière organique**

*Animateurs : Johann Schnyder, François Baudin*

11h15-11h30 : ***LE BROME DANS LES SEDIMENTS, UN NOUVEAU MARQUEUR DE LA QUANTITE DE MATIERE ORGANIQUE ET DE SON ORIGINE : METHODE ET EXEMPLES D'APPLICATIONS***
Anne MURAT, François BAUDIN, Yann MEAR, Claire MARION, Mohamed CHAIBI, Khadija BERYOUNI, Agnès BALTZER, Jérôme THIEBOT, Stefano BERNASCONI, Emmanuelle DUCASSOU, Emmanuel POIZOT

11h30-11h45 : ***UTILISATION DE LIPIDES COMPLEXES (ALKYL TETRAÉTHERS DE GLYCÉROL) COMME MARQUEURS DE TEMPÉRATURE EN MILIEU AQUATIQUE : CAS D'ÉTANGS GUADELOUPÉENS***
Arnaud HUGUET, Imène BELMAHDI, Vincent GROSSI, Céline FOSSE, Sylvie DERENNE

11h45-12h00 : ***LE CANNABINOL SÉDIMENTAIRE, TRACEUR DE L'HISTOIRE DU ROUISSAGE DU CHANVRE***
Marlène LAVRIEUX, Jérémy JACOB, Jean-Robert DISNAR, Jean-Gabriel BREHERET, Claude LE MILBEAU, Yannick MIRAS, Valérie ANDRIEU-PONEL

12h00-12h15 : ***SOURCES ET EVOLUTION SPATIO-TEMPORELLE DES HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES DANS LES SEDIMENTS DU BASSIN VERSANT AMONT DE LA LOIRE, DE LA SOURCE A NEVERS***
Olivia BERTRAND, Elie DHIVERT, Leslie MONDAMERT, Jérôme LABANOWSKI, Cécile GROSBOIS, Xavier Bourrain, Marc DESMET

**Pause déjeuner**

13h45-14h00 : ***ÉVOLUTION DE LA MATIÈRE ORGANIQUE DANS LES SOLS : APPORT DE LA GÉOCHIMIE MOLÉCULAIRE À L'INTERPRÉTATION DE DONNÉES ISOTOPIQUES GLOBALES***
Priscillia SEMAOUNE, Joëlle TEMPLIER, Mathieu SEBILO, Sylvie DERENNE

14h00-14h15 : ***LA MATIÈRE ORGANIQUE COMME MARQUEURS DE L'USAGE DES SOLS DANS LES MILIEUX PLÉISTOCÈNES ANTHROPISÉS***
Farid SELLAMI, Mathieu LEJAY, Marie ALEXIS, Katell QUÉNÉA, Cécilia CAMMAS

14h15-14h30 : ***MISE EN ÉVIDENCE A PARTIR DE LA GÉOCHIMIE ORGANIQUE DES CHANGEMENTS DE COUVERT VÉGÉTAL DANS LA PLAINE D'INONDATION DU CURUAI (AMAZONIE CENTRALE) PENDANT L'HOLOCÈNE***
Renata ZOCATELLI, Patricia MOREIRA-TURCQ, Jérémy JACOB, Mohammed BOUSSAFIR, Renato CORDEIRO, Bruno TURCQ

14h30-14h45 : ***ORIGINE, DISTRIBUTION ET REPARTITION DE LA MATIERE ORGANIQUE DANS LES LOBES SOUS-MARINS DU SYSTEME TURBIDITIQUE DU CONGO : PREMIERS RESULTATS DES MISSIONS WACS ET CONGOLOBE***
Elsa STETTEN, François BAUDIN, Audrey PRUSKI, Jean-Louis REYSS, Bernard DENNIELOU, Christophe RABOUILLE Philippe MARTINEZ, Karine CHARLIER

14h45-15h00 : ***LA MATIERE ORGANIQUE SUR UNE MARGE CONTINENTALE : COMBIEN, OU ET POURQUOI ? EXEMPLE DE LA MARGE DU NIL***
Anne MURAT, François BAUDIN, Jean-Robert DISNAR, Stefano BERNASCONI, Emmanuelle DUCASSOU, Emmanuel POIZOT

15h00-15h15 : ***EVOLUTION DES ECOSYSTEMES CONTINENTAUX A LA TRANSITION EOCENE-OLIGOCENE. APPORT DE LA MATIERE ORGANIQUE DES SEDIMENTS LACUSTRES DU BASSIN DE RENNES***
Julie GHIRARDI, Jérémy JACOB, Claude LE MILBEAU, Hugues BAUER, Jean-Jacques CHATEAUNEUF, Christine FLEHOC, Johann SCHNYDER, Jérôme FOZZANI, Florence QUESNEL, Christian DI GIOVANNI

15h15-15h30 : ***RELATIONS ENTRE STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE, FACIÈS SÉDIMENTAIRES ET MATIÈRE ORGANIQUE : EXEMPLE DES FORMATIONS DE MONTNEY ET DOIG, TRIAS, BASSIN OUEST CANADIEN (CANADA)***
Vincent CROMBEZ, Sébastien ROHAIS, François BAUDIN, Tristan EUZEN, Mirko PETROVIC

15h30-15h45 : ***SEDIMENTOLOGIE ET ARCHITECTURE STRATIGRAPHIQUE DANS LES ARGILES RICHES EN MATIERE ORGANIQUE : EXEMPLE DES BARNETT SHALE, BASSIN DE FORT WORTH (TEXAS)***
Sébastien ROHAIS, Marta GASPARRINI, Simon NOUVELLET, Isabelle MORETTI, Jean-Marc DANIEL

**Pause-café et session posters**

**Posters**

***INFLUENCE DES NIVEAUX RICHES EN MATIERE ORGANIQUE SUR L'EVOLUTION DIAGENETIQUE DES FRONTS REDOX ET DES ASSOCIATIONS MINERALOGIQUES : PREMIERS RESULTATS***
Anne MURAT, Daniel BEAUFORT, Sabine PETIT, François BAUDIN, Stefano BERNASCONI, Emmanuelle DUCASSOU, Emmanuel POIZOT

***HETEROGENEITES MINERALOGIQUES ET GEOCHIMIQUES DES "HOT SHALES" DU SILURIEN INFERIEUR DANS LE SW ALGERIEN***
Christophe RIGOLLET, Merijn DE BLOCK, Suzi BURNS, Eric PORTIER

***LA VARIABILITÉ SPATIALE DES LIPIDES DU SOL DANS UNE TOURBIÈRE : REFLET DE LA BIODIVERSITÉ***
Renata ZOCATELLI, Jérémy JACOB, Claude LE MILBEAU, Fatima LAGGOUN-DÉFARGE, Sébastien GOGO, Julien ROUSSEAU

## Salle 3

**Session dédiée à *Médard Thiry* : Altérites et paléo-altérites**
*Animateurs : Isabelle Cojan, Caroline Prognon, Hervé Théveniaut*

8h00-8h15 : ***LES ALTÉRITES ZONÉES DE FIN DE SÉQUENCE DÉPLACEMENTS DES FRONTS D'OXYDATION EN MILIEU REDUIT***
François ARBEY

8h15-8h30 : ***APPORT DE L'ÉTUDE DES PALÉOSOLS DE PLAINE D'INONDATION DANS LA COMPRÉHENSION DE LA DYNAMIQUE DES SYSTÈMES FLUVIATILES, EXEMPLE DU MIOCÈNE DU BASSIN DE DIGNE-VALENSOLE***
Thomas GILLOT, Isabelle COJAN

8h30-8h45 : ***ÉVOLUTION GÉOMORPHOLOGIQUE DU MASSIF ARMORICAIN : UNE SURFACE D'APLANISSEMENT CRETACÉE DÉGRADÉE SOUS CLIMAT TROPICAL JUSQU'AU MIOCÈNE SUPERIEUR***
Paul BESSIN, François GUILLOCHEAU, Cécile ROBIN, Hugues BAUER, Jean-Michel SCHROËTTER

8h45-9h00 : ***INTERET DES ETUDES PETROGRAPHIQUES POUR LES DATATIONS PAR PALEOMAGNETISME : EXEMPLE DES CUIRASSES LATERITIQUES DE NOUVELLE CALEDONIE***
Caroline PROGNON, Brice SEVIN, Florence QUESNEL, Pierre MAURIZOT, Lilian ALIZERT, Dominique CLUZEL

9h00-9h15 : ***LES PALEOSURFACES LATERITIQUES D'AFRIQUE DE L'OUEST. DU PALEOMAGNETISME A LA COMPETITION ENTRE CLIMAT ET GEODYNAMIQUE***
Hervé THÉVENIAUT

9h15-9h30 : ***CARACTÉRISATION DE LA PALÉOSURFACE TRIASIQUE EUROPÉENE PAR ANALYSE PÉTROLOGIQUE ET DATATION PALÉOMAGNÉTIQUE – COMPARAISON DE LA CATALOGNE AVEC LES SUDETES POLONAISES***
Christine FRANKE, Kouakou YAO, Carles FABRÉGA, David PARCERISA, Médard THIRY

9h30-9h45 : ***EVOLUTION CENOZOIQUE DE LA CUVETTE DU CONGO : UNE PLATE-FORME A LATERITES SOULEVEE AU MIOCENE MOYEN-SUPERIEUR***
François GUILLOCHEAU

9h45-10h00 : ***AVANCER DANS LES PALEOALTERATIONS EN SORTANT DES PALEOCONCEPTS***
Médard THIRY

**Pause-café**

**Poster** (session posters à partir de 15h45)

***CARACTERISATION MINERALOGIQUE ET GEOCHIMIQUE DU PHENOMENE DE KAOLINITISATION: EXEMPLE DU GISEMENT DE TAMAZERT (ALGERIE)***
Mechati BOUKOFFA, Nathalie FAGEL, Lakhdar BOUABSA

## Salle 3

**Session : Transfert continent-océan : bilans et modélisations**
*Animateurs : Didier Granjeon, Estelle Leroux*

10h30-10h45 : ***MASS BALANCE FROM ALLUVIAL FANS AND ESTIMATION OF DENUDATION RATE IN THE CHINESES TIAN SHAN***
Laure GUÉRIT, Laurie BARRIER, Marc JOLIVET, François MÉTIVIER, Bihong FU

10h45-11h00 : ***IS THE NEOGENE SERIES OF THE NORTHERN FORELAND BASIN OF THE TIAN SHAN RANGE INDICATIVE OF TECTONIC OR CLIMATIC CHANGE ?***
John ARMITAGE, Laurie BARRIER

11h00-11h15 : ***COMPARAISON DE DONNÉES BASSES ET HAUTES FRÉQUENCES ET ÉVALUATION DES PERFORMANCES DE PLUSIEURS ALGORITHMES D'ESTIMATION DE FLUX SÉDIMENTAIRES APPLICATION SUR LE BASSIN VERSANT SEINE AVAL***
Valentin LANDEMAINE, Benoit LAIGNEL, Olivier CERDAN

11h15-11h30 : ***ÉVOLUTION POST TORTONIENNE DU RÉSEAU DE DRAINAGE DANS LE SUD EST DES BÉTIQUES***
Nicolas LOGET, Xavier DIOT, Jean VAN DEN DRIESSCHE, Julien BABAULT, Damien DO COUTO, Christian GORINI

11h30-11h45 : ***ANALYSE SYSTÉMATIQUE DES PROFILS BATHYMÉTRIQUES LE LONG DES MARGES CONTINENTALES TRANSFORMANTES***
Marion MERCIER DE LÉPINAY, Carole A. BOUKANDOU SIDI, Lies LONCKE, Walter R. ROEST, Christophe BASILE

11h45-12h00 : ***COUPLING THERMO-MECANICAL SIMULATION AND STRATIGRAPHIC MODELLING: IMPACT OF LITHOSPHERE DEFORMATION ON STRATIGRAPHIC ARCHITECTURE OF PASSIVE MARGIN BASINS***
Delphine ROUBY, Ritske HUISMANS, Jean BRAUN, Didier GRANJEON

12h00-12h15 : ***LA PENTE CONTINENTALE DE LA MARGE NORD DU GOLFE DE GASCOGNE: CARACTERISATION ET ARCHITECTURE DES DEPÔTS SEDIMENTAIRES CONTOURITIQUES***
Mathieu VESLIN, Jean-François BOURILLET, Samuel TOUCANNE, Mathieu BOSQ, Alexis ROCHAT

**Pause déjeuner**

13h45-14h00 : ***CRISE DE DESTABILISATION DE PENTE EN MEDITERRANEE AU MESSINIEN***
Julien GARGANI, François BACHE, Gwenael JOUANNIC, Christian GORINI

14h00-14h15 : ***QUANTIFICATION DES FLUX SEDIMENTAIRES DETRITIQUES ET DE LA SUBSIDENCE POST-RIFT DU BASSIN PROVENCAL***
Estelle LEROUX, Marina RABINEAU, Daniel ASLANIAN, François BACHE, Stéphane MOLLIEX, Cécile ROBIN, Laurence DROZ, Christian GORINI, Didier GRANJEON, Maryline MOULIN

14h15-14h30 : ***UNE NOUVELLE APPROCHE EXPÉRIMENTALES PERMETTANT DE COMBINER LE TRANSPORT ET LE DÉPÔT DE LOBES TURBIDITIQUES ET LA DÉFORMATION SALIFÈRE ASSOCIÉE***
Nicolas SELLIER, Bruno C. VENDEVILLE

14h30-14h45 : ***VARIABILITE DES TRANSFERTS SEDIMENTAIRES VERS L'OCEAN PROFOND A L'ECHELLE MILLENAIRE : LE SYSTEME SEDIMENTAIRE DU VAR***
Lucile BONNEAU, Stephan JORRY, Samuel TOUCANNE, Laurent EMMANUEL

14h45-15h00 : ***CHRONO-STRATIGRAPHIE DES DEPÔTS TURBIDITIQUES DU DEEP-SEA FAN DU RHÔNE***
Swesslath LOMBO TOMBO, Bernard DENNIELOU, Serge BERNE, Maria-Angela BASSETTI

15h00-15h15 : ***CHRONOLOGIE ET ÉVOLUTION DES CONNECTIONS FLEUVES/CANYON DURANT LE DERNIER MAXIMUM GLACIAIRE: LE CANYON BOURCART (MEDITERRANÉE OCCIDENTALE)***
Marie-Aline MAUFFREY, Serge BERNE Matthieu GAUDIN, Gwenael JOUET

15h15-15h30 : ***CYCLES SEDIMENTAIRES DANS LE SYSTEME TURBIDITIQUE DU CONGO (EX-ZAÏRE) : NATURE ET ORIGINE ?***
Marie PICOT, Laurence DROZ, Tania MARSSET, Bernard DENNIELOU, François BAUDIN, Thomas SIONNEAU, Mathieu DALIBARD, Michael HERMOSO, Michel CREMER, Tristan HATIN, Martine BEZ et l'équipe REPREZAÏ

**Pause-café et session posters**

**Poster**

***VITESSE DE COURANT ET CONTOURITES DANS LE GOLFE DE CADIX***
Thierry MULDER, Rim HASSAN, Emmanuelle DUCASSOU, Sébastien ZARAGOSI, Eliane GONTHIER, Vincent HANQUIEZ, Elodie MARCHÈS, Samuel TOUCANNE

**Salle Armand – Est**
**16h45-17h30 / Conférence invitée**

***STRATÉGIES DE MODÉLISATION DÉTERMINISTE DE LA DYNAMIQUE SÉDIMENTAIRE EN MILIEU COTIER ET ESTUARIEN***

Pierre LE HIR, Romaric VERNEY, Florence CAYOCCA, Florent GRASSO

*Avec le soutien de*

GDF SUEZ

**Salle Armand – Est**
**17h30-18h00 / Remise du Prix de thèse de l'ASF / Prix Yvonne Gubler**

***Anne Claire CHABOUREAU***

**Impact du climat et de la tectonique sur la dynamique des systèmes sédimentaires pendant l'ouverture de l'Atlantique Sud**

**Salle Armand – Est**
**18h00-19h30 / Assemblée Générale de l'ASF**

**« Le loft » – Cité des Sciences et de l'Industrie**

**A partir de 19h00 / Soirée de l'ASF**

## Jeudi 7 Novembre 2013

## Salle Louis Armand - Est

**Session : Systèmes fluviatiles : processus et enregistrement**
*Animateurs : Pierre Weill, Stéphane Rodrigues*

8h30-8h45 : ***SEDIMENTARY ROCKS OBSERVED BY THE MARS SCIENCE LABORATORY - EVIDENCE FOR FLUVIAL SEDIMENTARY TRANSPORT***
Sanjeev GUPTA, John P. GROTZINGER, and the MSL Science Team

8h45-9h00 : ***COMPREHENSION DES DYNAMIQUES DE RIVIERES MODERNES TRADUITES PAR L'ARCHIVAGE SEDIMENTAIRE, ET RECIPROQUE***
Arnold Jan H. REESINK, Daniel R. PARSONS

9h00-9h15 : ***SIMULATIONS NUMERIQUES ET MESURES IN SITU DU TRANSPORT SOLIDE DANS UNE CONTRACTION DE CHENAL: APPLICATION A LA LOIRE (FRANCE)***
Nicolas CLAUDE, Pablo TASSI, Catherine VILLARET, Philippe JUGÉ, Matthieu LE BRUN

9h15-9h30 : ***PROCESSUS DE REMISE EN MOUVEMENT D'UNE BARRE ALLUVIALE DANS UNE RIVIERE SABLO-GRAVELEUSE***
Coraline WINTENBERGER, Stéphane RODRIGUES, Jean-Gabriel BREHERET, Philippe JUGÉ, Marc VILLAR

9h30-9h45 : ***CARACTÉRISATION DE L'ÉVOLUTION MORPHOLOGIQUE DU CHENAL DU RHÔNE (1897-2010) : CAUSALITÉS ET PRÉCONISATIONS OPÉRATIONNELLES***
Elsa PARROT, Hervé PIÉGAY, Michal TAL, Jules LE GUERN, Luce REBOUL

9h45-10h00 : ***FACTEURS CONTROLANT LA SEDIMENTATION CONTEMPORAINE DES CASIERS GIRARDON EXEMPLE DE 3 TRONCONS COURT-CIRCUITES SUR LE RHONE***
Bianca RÄPPLE, Hervé PIÉGAY, Katka DZUBAKOVA, Evelyne FRANQUET, Jakub ONDRUCH

**Pause-café et session posters**

11h00-11h15 : ***SUSPENDED SEDIMENT FLUX MONITORING FROM ACOUSTIC MEASUREMENTS (ADCP) IN THE RHÔNE RIVER DURING TWO MAJOR FLOOD EVENTS***
Issa SAKHO, Philippe DUSSOUILLEZ, Doriane SABATIER, François SABATIER, Boris HANOT, Guillaume RACCASI, Michal TAL, Olivier RADAKOVITCH

11h15-11h30 : ***LES ELEMENTS TRACES METALLIQUES DANS LES SEDIMENTS DE LA LOIRE : COMPARAISON DE L'ARCHIVAGE SEDIMENTAIRE ENTRE MARGE ET ANNEXE FLUVIATILE***
Elie DHIVERT, Cécile GROSBOIS, Anthony FOUCHER, Lauren VALVERDE, Irène LEFEVRE, Marc DESMET

11h30-11h45 : ***CARACTÉRISATION DES CYCLES OXYDO-RÉDUCTEURS DU FER EN SEINE***
Christine FRANKE, Catherine KISSEL, Isabelle COJAN, Dariouche KAYVANTASH

11h45-12h00 : ***ÉVOLUTION TEMPORELLE DE LA CONTAMINATION EN COMPOSÉS PERFLUORÉS (PFC) DANS LES SÉDIMENTS DU RHÔNE***
Julie RAUX, Marc DESMET, Pierre LABADIE, Maxime DEBRET, Cécile GROSBOIS, Yoann COPARD, Patrick PARDON, Hélène BUDZINSKI, Marc BABUT

12h00-12h15 : ***DATATION D'ÉPISODES DE DÉBÂCLES GLACIAIRES MAJEURES HOLOCÈNES DANS LE SYSTÈME DE LA ÞJÓRSÁ ET DE LA TUNGNAÁ (SUD ISLANDE) BASÉE SUR LA GÉOCHIMIE DES TEPHRA***
Eléonore KÖNG, Jean-Luc SCHNEIDER, Gilles CHAZOT, Brigitte VAN VLIET-LANOË

**Pause déjeuner** et suite de la session en **salle S1** à partir de **13h45**

**Posters**

***ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE ET STRUCTURALE DU TRIAS ARGILO-GRESEUX SUPERIEUR: GISEMENT DE RHOURDE NOUSS (PLATEFORME SAHARIENNE-ALGERIE)***
Amar ASSES, Khaled LOUMI

***SEDIMENTATION UNDER CLIMATE, KARST, AND TIDE CONTROLS IN AN ESTUARINE KARST: EXAMPLE OF RADICATEL SPRINGS IN THE SEINE ESTUARY (NORMANDY, FRANCE)***
Stéphane CHEDEVILLE, Benoit LAIGNEL, Joël RODET, Dominique TODISCO, Emmanuel HAUCHARD, Nicolas MASSEI, Guillaume HANIN

***THE POST-FORELAND FLUVIAL-ALLUVIAL SYSTEMS OF THE NORTH-PYRENEAN FOOTHILL***
Frédéric CHRISTOPHOUL

***MORPHODYNAMIQUE ET STRUCTURE DES ECOULEMENTS ASSOCIEES AUX BARRES ALTERNES ET TRANSVERSALES : APPLICATION A LA LOIRE (FRANCE)***
Nicolas CLAUDE, Benjamin MAGNIER, Pablo TASSI, Catherine VILLARET, Stéphane RODRIGUES

***LES FACIÈS LIÉS À LA DYNAMIQUE FLUVIATILE DANS LE TRIAS ARGILO-GRESEUX INFERIEUR DU BASSIN DE BERKINE (SAHARA ORIENTAL, ALGERIE) - RECONSTITUTION PALEOGEOGRAPHIQUE***
Noureddine RABAHI, Mohamed CHAIB, Abdel Hakim BARBARA, Rafik BENABID, Abdelouahab YAHIAOUI

***SYSTEMES FLUVIATILES ACTUELS : LIEN ENTRE MORPHODYNAMIQUE DES BARRES SEDIMENTAIRES ET POTENTIEL D'ARCHIVAGE***
Stéphane RODRIGUES, Jean-Gabriel BREHERET, Nicolas CLAUDE, Coraline WINTENBERGER, Philippe JUGE

## Salle Armand – Est
## 13h45-17h30 / Forum des Métiers

***TABLE RONDE AUTOUR DE L'EMPLOI EN SEDIMENTOLOGIE***

*Organisation et animation :* ***Julien Bailleul***

Manifestation soutenue par le MESR

## Salle Louis Armand - Ouest

**Session : Plates-formes carbonatées et évaporitiques**
*Animateurs :Youri Hamon,, Raphaël Bourillot, Philippe Léonide*

8h30-8h45 : ***DEPOSITIONAL ENVIRONMENT OF THE EARLY FRASNIAN TO EARLY FAMENNIAN SLOPE DEPOSITS OF MOUNT FREIKOFEL (CARNIC ALPS, AUSTRIA/ITALY)***
Damien PAS, Anne-Christine DA SILVA, Thomas SUTTNER, Erika KIDO, Monica PONDRELLI, Carlo CORRADINI, Pierre BULTYNCK, David DE VLEESCHOUWER, Claudia DOJEN, Frédéric BOULVAIN

8h45-9h00 : ***BIOSTRATIGRAPHIE ET EVOLUTION SEDIMENTAIRE DU DEVONIEN SUPERIEUR DE LA PLATE-FORME OCCIDENTALE SAHARIENNE LA COUPE DE MARHOUMA SUD, SO-ALGERIEN***
Abdessamed MAHBOUBI, Jean-Jacques CORNÉE, Catherine GIRARD

9h00-9h15 ***: ÉVOLUTION DES ENVIRONNEMENTS DE RAMPE EXTERNE DANS LE JURASSIQUE SUPERIEUR DE CRIMEE (UKRAINE)***
Cédric CARPENTIER, Bernard LATHUILIÈRE, Nicolas OLIVIER, Vincent HUAULT, Apolline LEFORT, Christian FRANCE-LANORD, Sergey YUDIN

9h15-9h30 : ***EXPRESSIONS BIOSÉDIMENTAIRE, DIAGÉNÉTIQUE, GÉOCHIMIQUE ET TECTONIQUE DE L'ÉVÉNEMENT ANOXIQUE CÉNOMANO-TURONIEN (OAE 2) PAR LES PLATES-FORMES CARBONATÉES SUD-PROVENCALES***
Marc FLOQUET, Philippe LÉONIDE, Loïc VILLIER, Anna-Perla ACKOUALA, Aurélien BLENET

9h30-9h45 : ***RELATIONS ENTRE SUSCEPTIBILITÉ MAGNÉTIQUE, MICROFACIÈS ET ENVIRONNEMENTS DE DÉPÔT DANS LES SÉRIES CARBONATÉES DU BAJOCIEN ET BATHONIEN DE L'EST ET DU NORD-EST DU BASSIN PARISIEN***
Sylvain DECHAMPS, Frédéric BOULVAIN, Anne-Christine DA SILVA

9h45-10h00 : ***ORIGINE DE LA STRUCTURATION DE LA PLATE-FORME CARBONATÉE BAJOCIENNE DE L'EST DU BASSIN DE PARIS : APPORT DU COUPLAGE SÉDIMENTOLOGIE/GÉOPHYSIQUE DE SURFACE***
Benjamin BRIGAUD, Hermann ZEYEN, Marc PESSEL, Albane SAINTENOY, Jessica SAÏAG, Benoît VINCENT, Michel HAYET

**Pause-café et session posters**

11h00-11h15 : ***ANALYSE STRATIGRAPHIQUE DES SÉRIES DE PLATES-FORMES CARBONATÉES D'ÂGE APTIEN – ALBIEN DANS LE SECTEUR DU « COAHUILA BLOCK » (NORD-EST DU MEXIQUE)***
Carine GRÉLAUD, Benjamin GRÉSELLE, Pierre CALLOT, Danièle GROSHENY, Philippe RAZIN, Jean-Paul COLIN, Michel BILOTTE, Rolf SCHROEDER, Jean-Christophe EMBRY, David W. HUNT

11h15-11h30 : ***SEDIMENTARY EVOLUTION, FACIES AND GEOMETRY OF THE APULIAN CARBONATE PLATFORM DURING UPPER CRETACEOUS IN SOUTH ALBANIA***
Johan LE GOFF, Adrian CEREPI, Rudy SWENNEN, Corine LOISY, Grigor HEBA, Kristaq MUSKA, Hamdy EL DESOUKY

11h30-11h45 : ***LA PLATE-FORME DE MAYAGUANA (BAHAMAS) ENTRE L'OLIGOCENE SUPERIEUR ET L'ACTUEL : UN EQUILIBRE DELICAT ENTRE TECTONIQUE ET SEDIMENTATION***
Gyöngyvér FISCHER, Pascal KINDLER, Fabienne GODEFROID, Erika BALDESSIN

11h45-12h00 : ***CHANGEMENT DU TAUX D'AGGRADATION D'UNE PLATE-FORME CARBONATEE LIE A LA TECTONIQUE: LE CAS DE MAYAGUANA (SE DES BAHAMAS) AU COURS DU MIOCENE INFERIEUR***
Pascal KINDLER, Erika BALDESSIN, Gyöngyvér FISCHER, Fabienne GODEFROID

12h00-12h15 : ***POST-OBDUCTION VERTICAL MOVEMENTS RECORDED BY REEFAL CARBONATE SYSTEMS (OLIGO-MIOCENE, NEW-CALEDONIA)***
François FOURNIER, Selim SEBIH, Philippe LÉONIDE, Pierre MAURIZOT, Lucien MONTAGGIONI, Bertrand MARTIN-GARIN, Brice SEVIN, Pierrick ROUILLARD, Julien COLLOT

**Pause déjeuner**

13h45-14h00 : ***125 000 ANS D'ENREGISTREMENTS RECIFAUX DES STAGNATIONS DU NIVEAU DE LA MER DANS L'OCEAN INDIEN (ARCHIPEL DES GLORIEUSES)***
Stéphan JORRY, Gwenaël JOUET, Pascal LE ROY, Sophie PRAT, Gilbert CAMOIN, Claude VELLA, Bruno CALINE

14h00-14h15 : ***DEGLACIAL ORIGIN OF BARRIER REEFS ALONG LOW-LATITUDE MIXED SILICICLASTIC AND CARBONATE CONTINENTAL SHELF EDGES***
Stéphan JORRY, André W. DROXLER

14h15-14h30 : ***DIVERSIFICATION DES COMMUNAUTES BIOCONSTRUITES AU TRIAS INFERIEUR : EXEMPLE DE MINERAL MOUNTAINS (USA)***
Emmanuelle VENNIN, Ivan BOUR, Nicolas OLIVIER, Christophe THOMAZO, Arnaud BRAYARD, Emmanuel FARA, Gilles ESCARGUEL, Kevin G. BYLUND, Jim JENKS, Daniel A. STEPHEN

14h30-14h45 : ***FLUCTUATIONS ENVIRONNEMENTALES DU TRIAS INFÉRIEUR : ENREGISTREMENT GÉOCHIMIQUE DANS LES MICROBIALITE***
Ivan BOUR, Emmanuelle VENNIN, Christophe THOMAZO, Arnaud BRAYARD, Nicolas OLIVIER, Gilles ESCARGUEL, Kevin G. BYLUND, Jim JENKS, Daniel A. STEPHEN

14h45-15h00 : ***CONTROLES SUR LE DEVELOPPEMENT DE STROMATOLITHES DEPOSES DURANT LE CRYOGENIEN, NAMIBIE***
Erwan LE BER, Daniel LE HERON, Bernie VINING

15h00-15h15 : ***LAKE OR LAGOON ? DECIPHERING THE DEPOSITIONAL ENVIRONMENT OF FOSSIL MICROBIALITES***
Raphaël BOURILLOT, Emmanuelle VENNIN, Christophe KOLODKA, Aurélie PACE, Anthony BOUTON, Christophe DUPRAZ, Serge GALAUP, Dominique BERNARD, Anneleen FOUBERT, Thomas DELHAYE, Léa PIGOT

15h15-15h30 : ***MORPHOLOGIES DES BIOCONSTRUCTIONS ALGO-MICROBIENNES ET RÉPONSES AUX VARIATIONS PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX DU GRAND LAC SALÉ, UTAH, USA***
Anthony BOUTON, Aurélie PACE, Emmanuelle VENNIN, Raphaël BOURILLOT, Christophe THOMAZO, Guy DÉSAUBLIAUX, Éric PORTIER

**Pause-café**

16h00-16h15 : ***MINERALISATION ET FABRIQUES DES TAPIS MICROBIENS CARBONATES D'UNE LAGUNE DE LA PLATE-FORME NORD-CUBAIN***
Aurélie PACE, Anthony BOUTON, Raphaël BOURILLOT, Emmanuelle VENNIN, Serge GALAUP, Christophe DUPRAZ, Pieter VISSCHER, Anna KWASNIEWSKI, Léa PIGOT

16h15-16h30 : ***SÉDIMENTOLOGIE ET SUSCEPTIBILITÉ MAGNÉTIQUE DES SÉDIMENTS LITTORAUX DE NOUVELLE-CALÉDONIE***
Hélène JADOT, Frédéric BOULVAIN

**Posters**

***ARCHITECTURE DES DEPOTS CARBONATES DE LA BORDURE DE PLATEFORME SERDJ DE LA TUNISIE CENTRALE AU CLANSAYESIEN (APTIEN SUPERIEUR)***
Najeh BEN CHAABANE, Mohamed SOUSSI, Fares KHEMIRI, Habib TROUDI, Abderrrahmane OUAHCHI

***ANALYSE MICROFACIOLOGIQUE ET INTERPRETATION PALEOENVIRONNEMENTALE DU CRETACE TERMINAL DE DJ. GAAGAA (NW DE TEBESSA- NORD EST DE L'ALGERIE)***
Sana BENMANSOUR, Abdelwahheb YAHIAOUIE, Ahmed INAL

***DUNES TIDALES OFFSHORE.UN EXEMPLE JURASSIQUE DANS L'EST DU BASSIN DE PARIS ?***
Cédric CARPENTIER, Judith SAUSSE, Guillaume CAUMON

***SEDIMENTARY DYNAMICS AND STRUCTURAL EVOLUTION OF THE CONSTANTINOIS PLATFORM DURING THE CRETACEOUS, CASE STUDY: SOUTHERN MASSIFS OF AIN M'LILA AREA (NE ALGERIA)***
Mohammed CHADI, Youcef Brahim EL HADJ

***ÉTUDE SEDIMENTOLOGIQUE ET BIOSTRATIGRAPHIQUE DES SERIES TURONO-MIOCENE DU NORD LIBAN (MARGE ORIENTALE DU BASSIN DU LEVANT)***
Nemo CROGNIER, Fadi H. NADER, Delphine DESMARES, Rémy DESCHAMPS, Nicolas HAWIE, Carla MÜLLER

***REVISITING THE SEDIMENTOLOGICAL AND STRATIGRAPHIC EVOLUTION OF THE MIOCENE ROCK UNIT ALONG THE NORTHERN LEVANT MARGIN (ONSHORE LEBANON)***
Nicolas HAWIE, Rémy DESCHAMPS, Fadi NADER, Christian GORINI, Carla MÜLLER, Delphine DESMARES, François BAUDIN

***PLATE FORME CARBONATEE MESSINIENNE DE LA TUNISIE : ETUDE BIOSEDIMENTOLOGIQUE***
Sihem HLEL, Beya MANNAÏ-TAYECH

***SEDIMENTARY DEVELOPMENT AND MAGNETIC SUSCEPTIBILITY OF THE FRASNIAN CARBONATE PLATFORM IN WESTERN BELGIUM (DINANT SYNCLINORIUM, LA THURE SECTION)***
Damien PAS, Anne-Christine DA SILVA, Corentin LABAYE, Pierre CORNET, Jonathan MICHEL, Xavier DE VLEESCHOUWER, David DE VLEESCHOUWER, Frédéric BOULVAIN

***RESULTATS PRELIMINAIRES SUR L'ENREGISTREMENT DU SIGNAL DE LA SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE (SM) DE DEUX COUPES DE L'ÉOCENE INFERIEUR DE LA TUNISIE SEPTENTRIONALE***
Mouna RACHDI, Frédéric BOULVAIN, Mohamed SOUSSI

## Salle S1

**Session : Patrimoine et pierres de construction**
*Animateurs : Beatriz Menéndez, Céline Schneider, Lise Leroux*
*avec la collaboration de la commission « Pierre et durabilité » du CEFRACOR*

8h30-8h45 : ***APPORT DE L'IDENTIFICATION GÉOLOGIQUE DANS L'ÉTUDE DES MONUMENTS***
Annie BLANC, Lise LEROUX

8h45-9h00 : ***LES TRACHYTES DE LA CHAINE DES PUYS : UN MATERIAU PRISE DURANT L'ANTIQUITE ET LE HAUT MOYEN AGE***
Pierre BOIVIN, Bertrand DOUSTEYSSIER, Didier MIALLIER, Laurent ARBARET, Sébastien GAIME, Fabrice GAUTHIER, Jacques ROGER

9h00-9h15 : ***CARACTÉRISATION MULTI-CRITÈRES ET ORIGINE DES CALCAIRES DITS « LORRAINS » UTILISÉS DANS LA RÉGION MOSANE AU MOYEN ÂGE***
Gilles FRONTEAU, Frédéric BOULVAIN, Sylvain DECHAMPS, Stéphanie EYSSAUTIER, Laure-Anne FINOULST, Marie-Xavier LECUIT, Mathieu PIAVAUX, Johan YANS

9h15-9h30 : ***LA PIERRE DU VEXIN***
Beatriz MENENDEZ

9h30-9h45 : ***VIEILLISSEMENT ACCELERE DE SCHISTES ARGILEUX D'INTERET PALEONTOLOGIQUE***
Giliane Pauline ODIN, Véronique ROUCHON

9h45-10h00 ***: UTILISATION D'OUTILS ISOTOPIQUES POUR L'ETUDE DE L'ALTERATION DE CALCAIRE***
Mandana SAHEB, Anne CHABAS, Anne MICHELIN, Jean-Didier MERTZ, Estel COLAS, Olivier ROZENBAUM, Aurélie-Verney CARRON, Jean-Pierre SIZUN

**Pause-café et session posters**

11h00-11h15 : ***ÉTUDE DES PROCESSUS D'ALTÉRATION PAR LES SELS DE LA PIERRE RECONSTITUÉE DE L'ABBAYE D'ORVAL***
Claire HENRY, Céline THOMACHOT-SCHNEIDER, Maxime GOMMEAUX, Gilles FRONTEAU, Toshiaki FUJIMAKI, Chiaki T. OGUCHI

11h15-11h30 : ***MISE AU POINT D'UNE MÉTHODOLOGIE ANALYTIQUE D'IDENTIFICATION DES PIERRES NATURELLES DE CONSTRUCTION : ENFIN L' « ADN » DE LA PIERRE***
Claudine MALFILATRE, Erwan HALLOT, Denis GAPAIS, Philippe BOULVAIS, Sylvie BOURQUIN, Marie-Pierre DABARD, Marc POUJOL, Annick CHAUVIN, Didier PALLIX

11h30-11h45 : ***LA MISE EN VALEUR DE LA GÉOLOGIE AVEC LA COLLECTION « BALADES GÉOLOGIQUES »***
Grégoire EGOROFF, Patrick DE WEVER, Annie CORNÉE

11h45-12h00 : ***UNE PLATEFORME NUMERIQUE MUTUALISTE POUR UN ATLAS HISTORIQUE ET TECHNIQUE DE LA PIERRE A BATIR BOURGUIGNONNE***
Stéphane BÜTTNER, Florent DELENCRE, Marion FOUCHER, Jean-Pierre GARCIA, Christian SAPIN, Ronan STEINMANN, Ludovic GRANJON, Delphine MONTAGNE, Laure SALIGNY, Eric LECLERCQ, Marinette SAVONNET, Andrés-Camillo TROYA, Lise CADOT-LEROUX

**Pause déjeuner**

**Posters**

***RECHERCHE D'UN EQUIVALENT A LA « PIERRE DE COURVILLE » (LUTÉTIEN, MARNE, FRANCE) POUR LES CHANTIERS DE RESTAURATION DE LA CATHÉDRALE DE REIMS, SITES POTENTIELS ET CONTRAINTES***
Claire BOUVY, Aurélie TURMEL, Gilles FRONTEAU, Alain DEVOS, Céline THOMACHOT-SCHNEIDER

***DES PIERRES DE CONSTRUCTION AU PATRIMOINE GEOLOGIQUE***
Annie CORNÉE, Patrick DE WEVER, Grégoire EGOROFF

***UTILISATION COMBINÉE DU CALCAIRE LUTETIEN ET DE LA PIERRE DE VERNON DANS LE PATROMINE ARCHITECTURAL : COMPARAISON DE LEURS PROPRIETES PHYSIQUES ET DE LEUR DURABILITÉ***
Mélanie DENECKER, Patricia VÁZQUEZ, Beatriz MENENDEZ, Céline THOMACHOT-SCHNEIDER

***IDENTIFICATION D'UN CALCAIRE ANTIQUE INÉDIT : LES MAÇONNERIES DES « ARETES DE POISSON » A LYON / LUGDUNUM***

Stéphane GAILLOT, Bruno ROUSSELLE, Cyrille DUCOURTHIAL, Emmanuel BERNOT

***ANALYSES IN SITU NON-INVASIVES COUPLANT FLUORESCENCE ET DIFFRACTION DE RAYONS X DES PAROIS ORNÉES DES GROTTES PRÉHISTORIQUES : CAS DE LA GROTTE DE ROUFFIGNAC***

Marine GAY, Hélène ROUSSELIERE, Katharina MÜLLER, Frédéric PLASSARD, Jean-Jacques CLEYET-MERLE, Ina REICHE

***CARACTÉRISATION PÉTROPHYSIQUE DU GRÈS DE GUÉDELON (ALBIEN, BOURGOGNE)***

Quentin ORTEGA, Patricia VÁZQUEZ, Gilles FRONTEAU, Vincent BARBIN

## Salle S1

**Session : Systèmes fluviatiles : processus et enregistrement** (suite et fin)
*Animateurs : Pierre Weill, Stéphane Rodrigues*

13h45-14h00 : ***MEANDERING VS. BRAIDED GRAVEL-BED RIVERS: WHAT CONTROLS THEIR OCCURRENCE IN STRATIGRAPHIC RECORDS?***

Laurie BARRIER, François MÉTIVIER

14h00-14h15 : ***VERS L'ELABORATION D'UN MODELE GENERAL DE VARIATION LATERALE PEDOLOGIQUE DANS LES DEPOTS ALLUVIAUX, OUTIL STRATIGRAPHIQUE POUR LES SERIES FLUVIATILES***

Alexis LICHT, Isabelle COJAN, Laurent CANER, Jean-Jacques JAEGER, Christian FRANCE-LANORD

14h15-14h30 : ***RECONSTITUTION PALEO-ENVIRONNEMENTALE DES DEPOTS PALEOPROTEROZOÏQUES DE LA COUPE DE MIKOULOUNGOU (GABON)***

Alexis NDONGO, Emmanuelle VENNIN, Jean-François BUONCRISTIANI, Michel GUIRAUD

14h30-14h45 : ***SEDIMENTOLOGICAL CHARACTERISATION OF THE CASTETS FORMATION OF THE AQUITANIAN BASIN, SW FRANCE***

Koen VOS, Olivier BRISSE, Noël VANDENBERGHE, Jan ELSEN

14h45-15h00 : ***EVOLUTION DES STYLES FLUVIAUX DE LA GARONNE ENRREGISTRÉS PAR LE REMPLISSAGE DE SA DERNIÈRE TERRASSE (MARTRES TOLOSANE-MURET)***

Frédéric CHRISTOPHOUL, Vincent REGARD, José DARROZES, Joseph MARTINOD

15h00-15h15 : ***ÉTUDE D'UN REMPLISSAGE ALLUVIONNAIRE PAR GÉORADAR, EXEMPLE DE LA SEINE SUPÉRIEURE (FRANCE)***

Benoit DELEPLANCQUE, Pierre WEILL, Isabelle COJAN, Baptiste LABARTHE, Nicolas FLIPO, Maxime TURKO

15h15-15h30 : ***FACIES ET ARCHITECTURE SEDIMENTAIRES DES SYSTEMES FLUVIATILES CÔTIERS QUATERNAIRES : L'EXEMPLE DES TERRASSES ETAGÉES DE LA BASSE-SEINE (NW, FRANCE)***

Guillaume JAMET, Olivier DUGUÉ, Bernard DELCAILLAU, Dominique CLIQUET, Hélène TISSOUX

**Pause-café**

16h00-16h15 : ***GEOMORPHOLOGIE DES DÉPOTS ALLUVIAUX QUATERNAIRES : SINGULARITÉ DE LA PLAINE COTIÈRE DU FLEUVE GOLO (HAUTE-CORSE)***

Julien MOREAU, Claude VELLA, Gwénaël JOUET, Stéphane MOLLIEX, Daniel HERMITTE, Jean-Claude PARISOT, Régis BRAUCHER, Philippe DUSSOUILLEZ, Julie DEMARTINI, Andrea FORZONI, Tony RAIMAN et les équipes de la mission ElGolo1

16h15-16h30 : ***IMPACT DES HETEROGENEITES FLUVIATILES SUR LES PERFORMANCES RESERVOIRS***

Benoît ISSAUTIER, Pascal AUDIGANE, Sophie VISEUR, Yves-Michel LE NINDRE

16h30-16h45 : ***MODÉLISATION NUMÉRIQUE DE RÉSERVOIRS FLUVIATILES MÉANDRIFORMES - FLUMY ET LE BASSIN MIOCÈNE DE LORANCA (ESPAGNE)***

Pierre WEILL, Isabelle COJAN, Fabien ORS, Hélène BEUCHER, Jacques RIVOIRARD

**Posters** présentés lors de le la session du matin (10h00-11h00). Voir liste p. XVIII

## Salle S2

**Sessions : Biominéralisations** et **Bioconstructions : de la vie à la roche**
*Animateurs : Loïc Segalen, Marc de Rafélis, Sylvie Crasquin*

8h30-8h45 : ***DÉVELOPPEMENT CENTRIFUGE DE MATTES CYANOBACTÉRIENNES***

François ARBEY

8h45-9h00 : ***DES NIVEAUX CARBONATES (CALCRETES ?) MARQUEURS D'ÉMERSION DANS LE REMPLISSAGE LAGUNO-LACUSTRE SILICOCLASTIQUE DU GRABEN DE RENNES (LIMITE ÉOCENE/OLIGOCENE)***

Marie SALPIN, Alain PERSON, Johann SCHNYDER, Hugues BAUER

9h00-9h15 : ***IMPACT DES RACINES VIVANTES ET CALCIFIÉES SUR LES RECONSTRUCTIONS DE TEMPÉRATURES DANS LES ARCHIVES CONTINENTALES***

Arnaud HUGUET, Martina GOCKE, Sylvie DERENNE, Céline FOSSE, Guido L.B. WIESENBERG

9h15-9h30 : ***MICROBIALITES, OSTRACODES ET OXYGENATION APRES LES EVENEMENTS DE LA LIMITE PERMIEN - TRIAS***

Sylvie CRASQUIN, Pierre-Yves COLLIN, Marie-Béatrice FOREL, Steve KERSHAW

9h30-9h45 : ***TAPHONOMIE GISEMENTS PERMIENS ET TRIASIQUES DU SYTÈME KAROO (ZAMBIE ET TANZANIE)***

Sébastien HUERTAS, Loïc SEGALEN, Jean Sébastien STEYER

9h45-10h00 : ***ÉTUDE DES COQUILLES D'ŒUFS D'OISEAUX : APPLICATION D'UNE APPROCHE EXPERIMENTALE ISOTOPIQUE AUX MILIEUX NATUREL ET NEOGENE D'AFRIQUE ET D'EUROPE***

Loïc SEGALEN, Julia A. LEE-THORP, Yves NYS, Mathieu SEBILO, Brigitte SENUT, Martin PICKFORD

**Pause-café et session posters**

11h00-11h15 : ***CALIBRATION TEMPORELLE DU SQUELETTE DU CORAIL PROFOND LOPHELIA PERTUSA***

Vincent MOUCHI, Quentin G. CROWLEY, Andrew L. JACKSON, Frank McDERMOTT, George D. SEVASTOPULO, Franck LARTAUD

11h15-11h30 : ***SKELETAL GROWTH DYNAMICS LINKED TO TRACE-ELEMENT COMPOSITION IN SCLERACTINIAN CORALS: A STRONG BIOLOGICAL CONTROL OVER BIOMINERALIZATION PROCESS***

Chloé BRAHMI, Christophe KOPP, Isabelle DOMART-COULON, Jaroslaw STOLARSKI, Anders MEIBOM

11h30-11h45 : ***CALIBRATION DE L'OUTIL GEOCHIMIQUE SUR COCCOLITHOPHORES ET APPLICATIONS A L'ETUDE CLIMATIQUE DE LA DERNIERE DEGLACIATION***

Yaël CANDELIER, Fabrice MINOLETTI, Michael HERMOSO

11h45-12h00 : ***FRACTIONNEMENT ISOTOPIQUE DANS LA CALCITE PRODUITE PAR LES COCCOLITHOPHORIDÉS : ASPECTS BIOGÉOCHIMIQUES ET IMPLICATIONS PALÉOCÉANOGRAPHIQUES***
Michaël HERMOSO, Fabrice MINOLETTI, Harry McCLELLAND, Yaël CANDELIER, Giovanni ALOISI, Ros RICKABY

12h00-12h15 : ***ANOMALIES STRONTIQUES DANS LES COCCOLITHES : DU REGISTRE FOSSILE A L'EXPERIMENTATION EN MILIEUX CONTROLÉS***
Marc de RAFÉLIS, Catherine BELTRAN, Fabrice MINOLETTI, Michael HERMOSO

**Pause déjeuner**

**Posters**

***ENREGISTREMENT ISOTOPIQUE (C, O) DES COQUILLES DE BIVALVES D'EAU DOUCE : PARAMETRES ENVIRONNEMENTAUX***
Laurence LE CALLONNEC, Franck LARTAUD, Marc de RAFÉLIS, Maurice RENARD

***CONTRIBUTION DE LA CULTURE DES FORAMINIFERES BENTHIQUES A LA CALIBRATION DE PROXIES PALEOCEANOGRAPHIQUES***
Christine BARRAS, Emmanuelle GESLIN, Meryem MOJTAHID, Paula DIZ, Jean-Claude DUPLESSY, Elisabeth MICHEL, Gert-Jan REICHART, Yair ROSENTHAL, Andy GOODAY, Mike ZUBKOV, Frans JORISSEN

## Salle S2

**Session : Volcano-sédimentaire**
*Animateurs : Anne LeFriant, Laurent Emmanuel*

13h45-14h00 : ***UNE NOUVELLE METHODE RAPIDE ET NON-DESTRUCTRICE POUR DETECTER DES NIVEAUX DE TEPHRAS ET CRYPTOTEPHRAS***
Gwénolé JOUANNIC, Anne-Véronique WALTER-SIMONNET, Gilles BOSSUET, Eric DELABROUSSE, Hervé CUBIZOLLE

14h00-14h15 : ***L'ETUDE DES TEPHRA VOLCANIQUES, UN OUTIL MULTIDISCIPLINAIRE : DE L'ECHANTILLONNAGE A L'EXPLOITATION DES DONNEES***
Benoît CARON, Benoît VILLEMANT, Martine PATERNE, Georges BOUDON, Anne LE FRIANT

14h15-14h30 : ***ÉTUDE SÉDIMENTOLOGIQUE DE DÉPÔTS D'ÉCOULEMENTS PYROCLASTIQUES : QUANTIFICATION DE L'ÉROSION DES NUÉES DE L'ÉRUPTION DE 2006 DU TUNGURAHUA (ÉQUATEUR)***
Julien BERNARD, Jean-Luc LE PENNEC, Karim KELFOUN, Silvia VALLEJO

14h30-14h45 : ***ENREGISTREMENT SEDIMENTAIRE DE L'ERUPTION ET DES TSUNAMIS DU KRAKATAU (1883) SUR LES COTES DE JAVA ET SUMATRA, INDONESIE***
Raphaël PARIS, Patrick WASSMER, Franck LAVIGNE, Alexander BELOUSOV, Marina BELOUSOVA, Budianto ONTOWIRJO, Mhammed BENBAKKAR

14h45-15h00 : ***L'EXTRÊME MOBILITÉ DES AVALANCHES DE DEBRIS VOLCANIQUES : DÉSINTÉGRATION DYNAMIQUE VS. FLUIDIFICATION MÉCANIQUE ? APPLICATION AUX DÉPÔTS D'AVALANCHES DE DÉBRIS DU MASSIF DU PITON DES NEIGES (ÎLE DE LA RÉUNION, OCÉAN INDIEN)***
Hélène PERINOTTO, Jean-Luc SCHNEIDER, Patrick BACHELLERY

15h00-15h15 : ***DEPOTS VOLCANO-SEDIMENTAIRES TRIASIQUES DU BASSIN DE LUANG PRABANG (LAOS) : ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE ET GEOCHRONOLOGIQUE***
Camille ROSSIGNOL, Sébastien BLANCHARD, Sylvie BOURQUIN, Marie-Pierre DABARD, Erwan HALLOT, Marc POUJOL, Thierry NALPAS

**Pause-café**

**Posters** présentés lors de le la session du matin (10h00-11h00)

***REMPLISSAGE TARDI-OROGÉNIQUE DES BASSINS MOLASSIQUES NÉOGÈNES DE LA RÉGION D'ANNABA (N.E. ALGÉRIE)***
Menana DAIF, Ahmed ARAFA

***IDENTIFICATION D'UNE SUCCESSION D'ERUPTIONS VOLCANIQUES ENTRE 60 ET 90 KA DANS UNE CAROTTE AU LARGE DE SUMATRA : LES ERUPTIONS DU TOBA ET LEUR IMPACT REVISITES***
Eva MORENO, Benoit CARON, Benoit VILLEMANT, François BAUDIN, Annachiara BARTOLINI, Vannina GRIMALDI, Franck BASSINOT

## Salle S3

**Session : Paléoclimats et paléoenvironnements anté-Quaternaire**
*Animateurs : Stéphanie Duchamp-Alphonse, Johann Schnyder, Laurent Riquier*

8h30-8h45 : ***CARACTERISTIQUES ISOTOPIQUES ET ENVIRONNEMENTALES DES COMPOSANTES DU CAP CARBONATE MARINOEN DU SYNCLINAL DU NIARI-NYANGA, AFRIQUE CENTRALE***
Olivia MICKALA, Laurence VIDAL, Pascal AFFATON, Didier VANDAMME, Hélène MICHE, Daniel BORSCHNECK, Florent BOUDZOUMOU, Michel MBINA MOUNGUENGUI

8h45-9h00 : ***LA DISTRIBUTION DES RECIFS ET BIOCONSTRUCTEURS MISSISSIPPIENS: CONTRIBUTION DES DONNEES DE MODELISATION NUMERIQUE (COURANTS OCEANIQUES ET TEMPERATURES)***
Markus ARETZ, Guillaume DERA, Vincent LEFEBVRE, Yannick DONNADIEU, Yves GODDERIS, Mélina MACOUIN, Elise NARDIN

9h00-9h15 : ***IMPACT DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES DU JURASSIQUE INFERIEUR TERMINAL SUR LA PRODUCTION CARBONATÉE DE PLATE-FORMES DE LA MARGE NORD GONDWANIENNE (MAROC)***
François-Nicolas KRENCKER, Stéphane BODIN, Ulrich HEIMHOFER, Guillaume SUAN, Lahcen KABIRI, Adrian IMMENHAUSER

9h15-9h30 : ***STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE ET ÉVÉNEMENTS PALÉOCLIMATIQUES AU COURS DE L'OAE DU TOARCIEN INFÉRIEUR***
Michaël HERMOSO, Fabrice MINOLETTI, Pierre PELLENARD

9h30-9h45 : ***DRAINAGE CONTINENTAL ET CIRCULATION OCÉANIQUE AU JURASSIQUE : APPORT DES ISOTOPES DU NÉODYME***
Guillaume DERA, Jonathan PRUNIER, Paul SMITH, Jim HAGGART, Evgeny POPOV, Alexander GUZHOV, Mikhail ROGOV, Dominique DELSATE, Detlev THIES, Gilles CUNY, Emmanuelle PUCÉAT, Guillaume CHARBONNIER, Germain BAYON

9h45-10h00 : ***DETRITAL FLUXES IN THE NORTHWESTERN TETHYAN MARGIN DURING THE VALANGINIAN: NEW INSIGHTS FROM WEATHERING CHANGES DURING THE WEISSERT EPISODE***
Guillaume CHARBONNIER, Stéphanie DUCHAMP-ALPHONSE, Thierry ADATTE, Jorge E. SPANGENBERG, Christophe COLIN, Silvia GARDIN, Slah BOULILA, Bruno GALBRUN, Karl B. FÖLLMI

**Pause-café et session posters**

11h00-11h15 : ***CARACTERISATION CHIMIOSTRATIGRAPHIQUE DE L'EVENEMENT ANOXIQUE CENOMANO-TURONIEN EN DOMAINE MARIN PROFOND : LE SITE DE CAPE VERDE (ATLANTIQUE NORD)***
Pierre CADEAU, Christophe THOMAZO, Emmanuelle PUCEAT, Emmanuelle VENNIN, Laurent RIQUIER, Nicolas TRIBOVILLARD

11h15-11h30 : ***PALEOENVIRONMENTAL CONDITIONS ACROSS THE CENOMANIAN-TURONIAN BOUNDARY IN CENTRAL TUNISIA AS SEEN IN BIOSEDIMENTARY SIGNATURES***
Mohamed Hédi NEGRA, Wafa CHERIF, Julio SEPÚLVEDA, Cao CHANGQUN, Jihene BEJAOUI, Daniele GROSHENY, Jalel JABALLAH

11h30-11h45 : ***LE SENS D'ENROULEMENT DES FORAMINIFERES PLANCTONIQUES (HEDBERGELLES) AU CENOMANIEN SUPERIEUR : UN NOUVEAU SIGNAL ENVIRONNEMENTAL***
Delphine DESMARES, Edwige MASURE, Marc TESTE, Nemo CROGNIER, Maxime TREMBLIN, Danièle GROSHENY, Bernard BEAUDOIN

11h45-12h00 : ***L'EXPRESSION DE L'ÉVÉNEMENT ANOXIQUE OCÉANIQUE DU CONIACIEN-SANTONIEN : EXAMPLE D'OLAZAGUTIA (ESPAGNE), DE TEN-MILE CREEK-ARBOR PARK (USA) ET DE GABAL EKMA (EGYPTE)***
Brahimsamba BOMOU, Thierry ADATTE, Eric de KAENEL, Jorge SPANGENBERG, Brian GERTSCH, Karl B. FÖLLMI

12h00-12h15 : ***CONSÉQUENCES DU MAXIMUM THERMIQUE DE LA LIMITE PALÉOCÈNE-ÉOCÈNE SUR LES ENVIRONNEMENTS CONTINENTAUX DU BASSIN DE PARIS***
Sylvain GAREL, Johann SCHNYDER, Jérémy JACOB, Christian DUPUIS, Claude LE MILBEAU, Christine FLEHOC, François BAUDIN, Noémie BREILLAT, Florence QUESNEL

**Pause déjeuner**

13h45-14h00 : ***APPORTS DES DONNEES ORGANIQUES ET ARGILEUSES DU PALEOGENE DES ILES DE NOUVELLE SIBERIE POUR LA RECONSTITUTION DES PALEOENVIRONNEMENTS ET PALEOCLIMATS DE L'ARCTIQUE SIBERIEN***
Daichi YOON, Johann SCHNYDER, Guillaume SUAN, François BAUDIN, Speranta-Maria POPESCU, Jean-Pierre SUC, Loic LABROUSSE

14h00-14h15 : ***MODELISATION DE L'IMPACT DE LA FERMETURE DE LA NEO-TETHYS SUR L'EARLY EOCENE CLIMATIC OPTIMUM***
Guilhem HOAREAU, Brahimsamba BOMOU, Nicolas CARRY, Didier MARQUER, Douwe J.J. VAN HINSBERGEN, Yannick DONNADIEU, Guillaume LE HIR, Bruno VRIELYNCK, Anne-Véronique WALTER-SIMONNET

14h15-14h30 : ***ÉTUDE DE LA SAISONNALITÉ EN ASIE CENTRALE À L'ÉOCÈNE MOYEN : APPORT DE LA SCLÉROCHRONOLOGIE SUR DES COQUILLES D'HUÎTRES***
Laurie BOUGEOIS, Marc de RAFÉLIS, Lennart de NOOIJER, Gert-Jan REICHART, Florence NICOLLIN, Guillaume DUPONT-NIVET

14h30-14h45 : ***LA TRANSITION ÉOCÈNE-OLIGOCÈNE IDENTIFIÉE PAR MAGNÉTOSTRATIGRAPHIE DANS LE BASSIN CONTINENTAL DE RENNES***
Guillaume DUPONT-NIVET, Fangjie LIN, Hugues BAUER, François GUILLOCHEAU, Julie GHIRARDI, Florence QUESNEL

14h45-15h00 : ***UTILISATION DES PALÉOSOLS CARBONATÉS POUR LES RESTITUTIONS PALOÉNVIRONNEMENTALES ET PALÉOCLIMATIQUES, EXEMPLE DU BASSIN DE DIGNE-VALENSOLE AU MIOCÈNE***
Thomas GILLOT, Isabelle COJAN

15h00-15h15 : ***ANALYSES ISOTOPIQUES DES CARBONATES DE L'EMAIL DENTAIRE DES GRANDS HERBIVORES DES COLLINES TUGEN : CONTEXTE PALEOENVIRONNEMENTAL DES PREMIERS HOMINIDES KENYANS***
Damien ROCHE, Loïc SEGALEN, Brigitte SENUT, Martin PICKFORD

15h15-15h30 : ***ÉVOLUTION CLIMATIQUE DU PACIFIQUE ÉQUATORIAL AU COURS DU PLIOCÈNE***
Gabrielle ROUSSELLE, Catherine BELTRAN, Marie-Alexandrine SICRE, Marc de RAFÉLIS

**Pause-café**

**Posters** présentés lors de le la session du matin (10h00-11h00)

***COMPARAISON DES ENREGISTREMENTS DU $CaCO_3$ ET DU $C_{ORG}$ LE LONG D'UN TRANSECT BATHYMETRIQUE EN MER DE TIMOR : IMPLICATIONS POUR LES RECONSTITUTIONS DES CHANGEMENTS DE LA PALEOPRODUCTIVITE ET DE LA CHIMIE DES EAUX DEPUIS 240 ka***
François BAUDIN, Eva MORENO, Franck BASSINOT, Wei LIU, Fabien DEWILDE, Nicolas CAILLON, Nianqiao FANG

***RECONSTRUCTION OF THE ND ISOTOPE COMPOSITION OF SEAWATER ON EPICONTINENTAL SEAS: TESTING THE POTENTIAL OF FE-MN OXYHYDROXIDE COATINGS ON FORAMINIFERA TESTS FOR DEEP-TIME INVESTIGATIONS***
Guillaume CHARBONNIER, Emmanuelle PUCEAT, Germain BAYON, Delphine DESMARES, Guillaume DERA, Christophe DURLET, Jean-François DECONINCK, Francis AMEDRO, Alexandra T. GOURLAN, Pierre PELLENARD, Brahimsamba BOMOU

***APPORT DE LA GEOCHIMIE DES CARBONATES HEMIPELAGIQUES DE LA SERIE PALEOCENE DE ZUMAÏA (GIPUZKOA, ESPAGNE) : DEFINITION DU SELANDIEN***
Laurence LE CALLONNEC, Marc de RAFÉLIS, Maurice RENARD, Catherine BELTRAN, Fabrice MINOLETTI, Roger JAN DU CHÊNE

***STRATIFICATION DE LA ZONE PHOTIQUE ET RÉCHAUFFEMENT FINI-MAASTRICHTIEN (SITE 762C, OCÉAN INDIEN)***
Fabrice MINOLETTI, Nicolas THIBAULT

***DECIPHERING THE EARLY PALAEOZOIC CLIMATE FROM THE GLOBAL $\delta^{18}O$ VARIATIONS***
Elise NARDIN

***PALEONITROGEN : L'UTILISATION DES ISOTOPES STABLES DE L'AZOTE DES MATIERES ORGANIQUES FOSSILES TERRESTRES COMME NOUVEAU MARQUEUR PALEOCLIMATIQUE - PREMIERS RESULTATS***
Romain TRAMOY, Johann SCHNYDER, Thanh Thuy NGUYEN TU, Johan YANS, Jean-Yves STORME, Mathieu SEBILO, Sylvie DERENNE, Jeremy JACOB, François BAUDIN

## Salle S3

**Table ronde : Modélisation en Sédimentologie**
*Animateurs : Philippe Joseph, Vanessa Télès, Pierre Weill*

***Toutes les communications de cette session sont présentées sous forme de posters***

***USING CELLULAR AUTOMATA NUMERICAL SIMULATIONS TO MODEL THE DEPOSITION OF TURBIDITE SYSTEMS: A CASE STUDY IN THE BRAZILIAN OFFSHORE***
*Gilberto Athayde ALBERTÃO, Rémi ESCHARD, Thierry MULDER, Vanessa TELES, Benoît CHAUVEAU, Philippe JOSEPH*

***MODÉLISATION DE L'ÉCOULEMENT COUPLÉ AU TRANSPORT RÉACTIF POUR LA COMPRÉHENSION DES PROCESSUS DIAGÉNÉTIQUES D'UN AQUIFÈRE SALIN PROFOND DU BASSIN DE PARIS***
*Fabien AUBERTIN, Yasin MAKHLOUFI, Sophie VIOLETTE, Vincent LAGNEAU, Françoise BERGERAT, Pierre-Yves COLLIN*

***PROCESSUS HYDRO-SEDIMENTAIRES DU MASCARET : MODELISATIONS PHYSIQUE ET NUMERIQUE***
Adrien BERCHET, Bruno SIMON, Lucille FURGEROT, Antoine BEAUDOIN, Germain ROUSSEAUX, Serge HUBERSON, Ludovic CHATELLIER, Lionel THOMAS, Sébastien JARNY, Damien CALLUAUD, Laurent DAVID, Bastien CAPLAIN, David REUNGOAT, Hubert CHANSON, Stéphane GLOCKNER, Pierre LUBIN, Frédéric MURZYN, Bernadette TESSIER, Dominique MOUAZÉ

***LES GAUSSIENNES SEUILLÉES ET LEURS DÉRIVÉES***
Hélène BEUCHER, Didier RENARD

***MODELLING APPROACH TO PREDICT FACIES-TEXTURE-POROSITY INTERDEPENDENCE IN A PARTIALLY DOLOMITISED LOWER CRETACEOUS PLATFORM (BASQUE CANTABRIAN BASIN, SPAIN)***
Silvia BLAZQUEZ-FERNANDEZ, Ignacio LOPEZ-CILLA, Marta GASPARRINI, Idoia ROSALES, Olivier LERAT, Brigitte DOLIGEZ, Javier MARTIN-CHIVELET

***CONTROLES AUTOGENIQUES ET ALLOGENIQUES SUR L'ARCHITECTURE DELTAIQUE: APPORTS DE LA MODELISATION STRATIGRAPHIQUE 3D***
Julien BOURGET, Tristan SALLES, Guillaume DUCLAUX, R. Bruce AINSWORTH

***CONNECTIVITY ESTIMATION BETWEEN TURBIDITIC CHANNELS AND OVERBANK DEPOSITS FROM THE MODELLING OF AN OUTCROP ANALOGUE (PAB FORMATION, MAASTRICHTIAN, PAKISTAN)***
Rémi ESCHARD, Rémy DESCHAMPS, Brigitte DOLIGEZ, Olivier LERAT, Valérie LANGLAIS, Tristan EUZEN

***INTEGRATED WORKFLOW FOR CHARACTERIZATION AND MODELLING OF A MIXED SEDIMENTARY SYSTEM: THE ILERDIAN ALVEOLINA LIMESTONE FORMATION (EARLY EOCENE, GRAUS-TREMP BASIN, PYRENEES, SPAIN)***
Youri HAMON, Remy DESCHAMPS, Philippe JOSEPH, Julien SCHMITZ, Brigitte DOLIGEZ

***LA MODELISATION GEOLOGIQUE 3D D'UNE ZONE STRUCTURALLEMENT COMPLEXE (LANGUEDOC, S. FRANCE): UN OUTIL POUR AMELIORER LA CONNAISSANCE DES MASSIFS KARSTIFIES***
Eglantine HUSSON, Gabriel COURRIOUX, Antonio GUILLEN, Michel SÉRANNE, Renaud COUËFFÉ,

***LA MODELISATION EN SEDIMENTOLOGIE : QUELLES APPROCHES ? QUELLES METHODES ? QUELS COUPLAGES ?***
Philippe JOSEPH, Pierre Weill, Christian GORINI, Jean BORGOMANO, Guillaume CAUMON, Alain CRAVE, Didier GRANJEON, Richard LABOURDETTE, Pierre LE HIR, Simon LOPEZ, François MÉTIVIER, Marina RABINEAU, Delphine ROUBY, Vanessa TELES

***QUANTIFICATION DES FACTEURS DE CONTRÔLE DE LA PRODUCTION CARBONATÉE PAR LA MODÉLISATION STRATIGRAPHIQUE : APPLICATION AU MESSINIEN DU BASSIN DE SORBAS***
Christophe KOLODKA, Emmanuelle VENNIN, Raphael BOURILLOT, Didier GRANJEON, Guy DÉSAUBLIAUX

***DÉMARCHE INTÉGRÉE DE MODÉLISATION DES KARSTS – INTÉGRATION DES DONNÉES DE PRODUCTION ET DES DONNÉES SISMIQUES (INVERSION ET 4D )***
Richard LABOURDETTE, Marcelle RODRIGUES, Issam TARRASS, Thierry MANIVIT, Elsa BONNAY

***3D PROCESS MODELLING OF ANCIENT STORM-DOMINATED DEPOSITS BY AN EVENT-BASED APPROACH***
Laure LAIGLE, Philippe JOSEPH, Ghislain de MARSILY, Vanessa TELES, Sophie VIOLETTE,

***VERS DES CORRÉLATIONS NON DÉTERMINISTES DE SÉRIES STRATIGRAPHIQUES: EXEMPLE EN MAGNÉTOSTRATIGRAPHIE***
Florent LALLIER, Guillaume CAUMON, Julien CHARREAU, Christophe ANTOINE

***MODELISATIONS STRATIGRAPHIQUES DU REMPLISSAGE POST-RIFT DU BASSIN PROVENCAL AVEC DIONISOS : APPROCHES, RESULTATS, LIMITES ET PERSPECTIVES***
Estelle LEROUX, Marina RABINEAU, Daniel ASLANIAN, François BACHE, Didier GRANJEON, Laurence DROZ, Christian GORINI

***HÉTÉROGÉNÉITÉS SÉDIMENTAIRES ET EXPLOITATION GÉOTHERMIQUE***
Simon LOPEZ, Virginie HAMM

***MODELISATION STRATIGRAPHIQUE DU BASSIN DE SANTOS (BRESIL)***
Renata MAIA, Christian GORINI, Antonio Tadeu REIS, Marina RABINEAU, Didier GRANJEON, Cleverson SILVA

***MODELISATION DE TROIS EVENEMENTS GRAVITAIRES PAR AUTOMATES CELLULAIRES***
Thierry MULDER, Kevin SAMALENS, Philippe JOSEPH, Sébastien MIGEON, Vanessa TELES, Elsa TOURNADOUR

***MODELISATION GEOLOGIQUE 3D A PARTIR DE DONNEES HETEROCLITES ET DE QUALITE VARIABLES, VALORISATION DE LA BANQUE DE DONNEES DU SOUS-SOL (BSS).***
Carole ORTEGA, Eric LASSEUR, Bernard BOURGINE, Justine BRIAIS, Aurélien LEYNET, Benoit ISSAUTIER

***CELLULAR AUTOMATA NUMERICAL SIMULATIONS: CHALLENGES AND RESULTS IN MODELLING TURBIDITE SYSTEMS AT TWO BASINS IN BRAZIL***
Paulo Lopes Brandão PARAIZO, Gilberto Athayde ALBERTÃO, Cleber Antonio CARBONARI, Carlos Henrique Tozzi de OLIVEIRA

***MODÉLISATION DE L'ÉROSION DES SOLS SUR LE BASSIN VERSANT DE LA CHARENTE : COMPARAISON DES TRANSFERTS SÉDIMENTAIRES CONTINENT-OCÉAN ACTUELS ET PASSÉS***
Clément POIRIER, Éric CHAUMILLON, Cyril POITEVIN

***CATS - MODÉLISATION ORIENTÉE PROCESSUS DES SYSTEMES TURBIDITIQUES A L'ÉCHELLE RÉSERVOIR***
Vanessa TELES, Benoît CHAUVEAU, Philippe JOSEPH, Fakher MAKTOUF, Gilberto Athayde ALBERTÃO, Rémi ESCHARD, Laure LAIGLE, Thierry MULDER, Kévin SAMALENS, Sébastien MIGEON

***MODÉLISATION DE RÉSERVOIRS CHENALISÉS MÉANDRIFORMES (FLUMY) : APPROCHE COUPLÉE PROCESSUS / STOCHASTIQUE ET CONDITIONNEMENT AUX DONNÉES DE PUITS***
Pierre WEILL, Isabelle COJAN, Fabien ORS, Jacques RIVOIRARD

***ESTIMATION OF SPATIAL TREND AND UNCERTAINTY OF CLAY CONTENT IN THE CALLOVIAN-OXFORDIAN CLAY FORMATION FROM A 3D HIGH RESOLUTION IMPEDANCE CUBE***
Béatrice YVEN, Jean-Baptiste MATHIEU, Michel GARCIA

***CONTRIBUTION OF SEISMIC AND ACOUSTIC METHODS TO GEOLOGICAL MODEL BUILDING AND PERMEABLE ZONES PREDICTION***
Béatrice YVEN, Jean-Luc MARI, Michel HAYET

***MACROPORES ZONES CONCEPTUALISATION USING SEDIMENTOLOGICAL AND PETROPHYSICAL MODELLING APPROACHES: IMPLICATION ON GROUNDWATER FLOW AT RADWASTE GEOLOGICAL REPOSITORY SITE OF THE MEUSE/HAUTE-MARNE SECTOR***
Béatrice YVEN, Hakim BENABDERRAHMANE, Benoit VINCENT

# RESUMES DES COMMUNICATIONS ORALES ET DES POSTERS

Les résumés sont classés par ordre alphabétique du nom du premier auteur.

Un index des auteurs peut-être consulté en fin d'ouvrage.

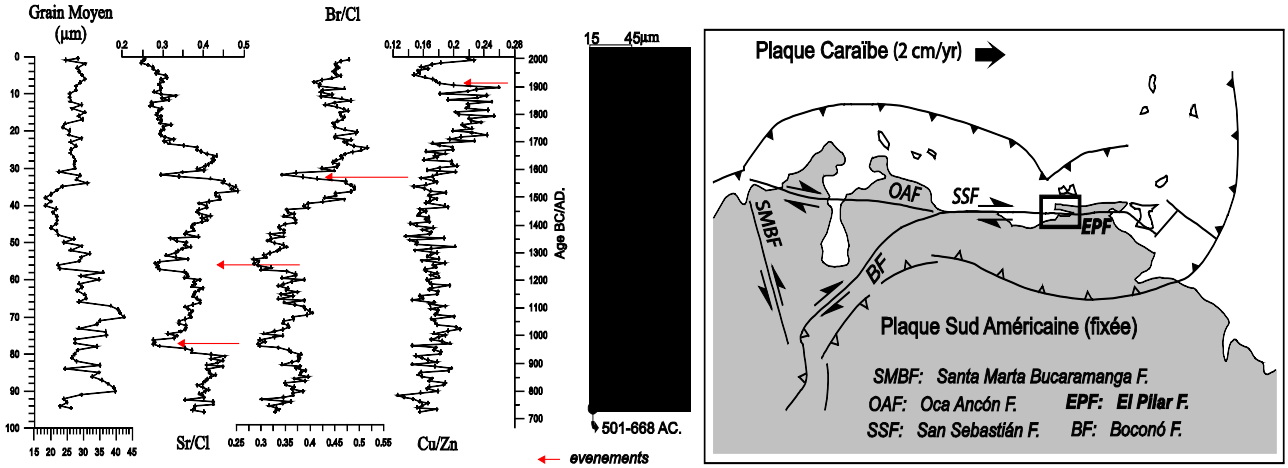
# SIGNATURES TEXTURALES ET GEOCHIMIQUES LIEES A L'INSTABILITE TECTONIQUE *VS.* A DES CHANGEMENTS PALEOENVIRONNEMENTAUX, AU COURS DU DERNIER MILLENAIRE DANS LE GOLFE DE CARIACO (VENEZUELA NORD-ORIENTAL)

Iliana AGUILAR[1,2,@], Christian BECK[2], Franck AUDEMARD[1], Anne-Lise DEVELLE[3]

(1)FUNVISIS, Prolongación Calle Mara, El Llanito, Caracas 1073, Venezuela
(2) ISTerre, UMR CNRS 5275, Université de Savoie/Grenoble-Alpes, F-73376 Le Bourget du Lac.
(3) EDYTEM, UMR CNRS Université de Savoie/Grenoble-Alpes, F-73376 Le Bourget du Lac.
(@) iaguilar@funvisis.gob.ve

La partie récente (1300 ans) du remplissage sédimentaire du golfe de Cariaco -devellopé sur la faille active d'El Pilar- a été analysée dans le but de détecter des indices de paléosismicité et/ou de fluctuations paléoclimatiques. 18 carottes courtes (par gravité) ont été prélevées dans le cadre d'une campagne à bord du R/V GUAIQUERI II. Deux sondages faits dans la partie la plus profonde du golfe (fosse de Guaracayal; 65 à 85 m) et un autre près de la côte sud, ont été analysés en détail. La texture des sédiments est caractérisée par granulométrie laser (avant et après la suppression de la matière organique) et par radiographie SCOPIX. Les variations minéralogiques/géochimiques sont réalisées sous forme de profils XRF (AVAATECH), complétées par la mesure du contenu en carbonate et en COT (perte au feu).

Grâce à des rapports élémentaires de référence (CROUDACE *et al*., 2006) utilisés pour identifier des variations dans la source des sédiments (Ca/Fe, Zr/K, Ca/Ti et Cr/Ca), nous avons caractérisé: des changements dans les conditions d'oxydoréduction (Br et Cu/Zn) et des modifications de productivité organique marine (Br/Cl, S/Cl et Sr /Cl). Quatre changements, dont trois brutaux (perturbations dans le processus de sédimentation dans le Golfe) ont été identifiés et corrélés; les profils chimiques de la carotte Cariac-09-05B les illustrent. Les sédiments sont essentiellement des vases sapropéliques (20% de matière organique) à texture homogène. Dans les sondages Cariac-09-06 et Cariac-09-18 des apports terrigéniques silicoclastiques soulignent des interruptions de la sédimentation normale dans le golfe. La chronologie de ces événements est proposée sur la base d'un taux de sédimentation constant entre 0,6-0,7 mm/an déduit de la datation $^{14}$C AMS de la base de la carotte Cariac-09-05B (AMS 1820 ± 30 BP) calibré avec le programme Oxcal compte tenu de la courbe marine 09 (444-722 AD); d'autres datations sont en cours.




*CROUDACE I.W. et al. 2006, Geol. Soc. London, Sp.Publ., 267:51-63.*

# USING CELLULAR AUTOMATA NUMERICAL SIMULATIONS TO MODEL THE DEPOSITION OF TURBIDITE SYSTEMS: A CASE STUDY IN THE BRAZILIAN OFFSHORE

Gilberto Athayde ALBERTÃO[1,@], Rémi ESCHARD[2], Thierry MULDER[3], Vanessa TELES[4], Benoît CHAUVEAU[4], Philippe JOSEPH[4]

(1) Petrobras/UO-BC-Av. Elias Agostinho 665, 27913-350 Macaé – RJ Brésil
(2) Total, Paris, France
(3) Université Bordeaux 1, Av. des Facultés, 33405 Talence, Cedex France
(4) IFPEN - 1 and 4, Av. de Bois-Préau, 92852 Rueil-Malmaison, Cedex France
(@) albertao@petrobras.com.br

The physical and numerical modeling of depositional processes has been proved to be a way to predict the heterogeneity pattern and to assist the geological interpretation of turbidite reservoirs. Recently, the cellular automata (CA) modeling was adapted to simulate turbidite flow deposits. In this study, the CA modeling incorporates the main submarine physical processes involved in turbulent flows, such as water entrainment, erosion, deposition and particle fall-out. These processes are developed through CA simulations, in which the cells interact by exchanging energy and flow properties. The CA modeling was applied in real oilfields of the Campos Basin (offshore Brazil), after performing structural restorations in areas where the halokinetic-related palaeotopography has played a major role on the trapping of the turbidite sand deposits.

The sensibility tests performed on this case study highlighted that the parameters of deposition law and the composition of the substratum greatly impact the simulation results. The simulations realistically reproduced sedimentation patterns, such as successive filling of contiguous sub-basins, increasing flow velocities in confined settings, run-up effects with lateral deposition of fines and concentration of coarser sediments in topographic lows. The results of the simulations are in good agreement with the geological model of the study area, and predict reservoir extensions in locations away from the wells. In order to reproduce multiple-stacked depositional cycles, which is an important characteristic of the studied turbidite reservoirs, an improvement on the CA code was developed to allow that multiple flow events could be simulated.

The results of the CA multi-event simulations fitted very well with the available geological data. A blind test performed thanks to the drilling of a new well in the study area also confirmed the forecast capacity of the CA modeling for both sediment distribution and thickness (Fig. 1). These results point to the potential of such techniques in improving the prediction of the turbidite reservoir extension and thickness, especially in cases where palaeotopography strongly controlled the turbidite sedimentation.

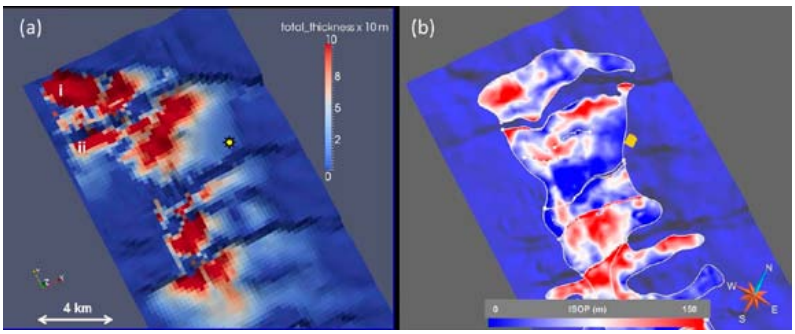



Fig. 1 – *Comparing (a) total deposited sediment ("total thickness"), in the final result of a multi-event simulation with (b) isopach map obtained from the original geological (well and seismic) data. Only the location of the new well (yellow marks), drilled after the simulation results, is indicated.*

# ORIGINE DE L'ÉVOLUTION DES SYSTÈMES SÉDIMENTAIRES CARBONATÉS ET DE L'ARCHITECTURE STRATIGRAPHIQUE AU CÉNOMANIEN MOYEN (NORD DU BASSIN AQUITAIN, FRANCE)

Simon ANDRIEU[(1,@)], Benjamin BRIGAUD[(1)], Thomas RABOURG[(1)]

(1) Université Paris-Sud, UMR-CNRS 8148 Interaction et Dynamique des Environnements de Surface, bât. 504, 91 405 Orsay Cedex, France
(@) simonandrieu0@gmail.com

Malgré plusieurs études stratigraphiques à l'échelle du Crétacé, la géométrie de détail des calcaires du Cénomanien moyen du Nord du Bassin Aquitain reste peu connue. Les quelques travaux menés ne prennent pas en compte les concepts de stratigraphie séquentielle moderne sur la caractérisation des géométries et les facteurs contrôlant les cycles stratigraphiques restent inconnus.

Les objectifs de cette étude sont de contraindre l'architecture des carbonates du Cénomanien moyen d'une partie du Nord du Bassin aquitain, d'effectuer une reconstitution paléo-environnementale haute résolution incluant les différents faciès sédimentaires et de comprendre les paramètres pouvant contrôler l'évolution des systèmes sédimentaires.

Un travail de terrain a permis de lever 118 coupes sédimentaires entre Nersac et Mosnac et de prélever 151 échantillons sur lesquels 52 lames minces ont été effectuées puis analysées au microscope optique pour déduire les environnements de dépôts.

L'étude sédimentologique et stratigraphique du Cénomanien du Nord du Bassin Aquitain a permis de différencier 14 faciès classés en 5 associations, chacune caractéristique d'un environnement de dépôt : offshore inférieur (F1, 3 faciès), offshore supérieur (F2, 2 faciès), shoal (F3, 6 faciès), lagon (F4, 2 faciès) et backshore (F5, 1 faciès).

Trois séquences ont été déterminées dans la partie du Cénomanien étudiée : C1, C2 et C3. Les séquences C1 et C2 appartiennent au Cénomanien inférieur, tandis que la séquence C3 comprend l'ensemble du Cénomanien moyen et une partie du Cénomanien supérieur.

Une reconstitution paléo-environnementale de chaque séquence a pu être effectuée. Les séquences C1 et C2 se caractérisent par des géométries de rampe. La séquence C2 est séparée de la séquence C3 par une limite émersive : un backshore sur lequel se développaient des marécages épars. Le cortège transgressif de la séquence C3 a été étudié en détail: les paysages montrent un approfondissement progressif en trois stades à l'échelle de la zone d'étude : lagon, shoreface, puis offshore supérieur. Les dépôts carbonatés de shoreface de la séquence C3, de type granulaire à échinodermes, bivalves et bryozoaires forment un cordon sableux d'épaisseur très variable.

Les séquences de la zone d'étude suivent, dans les grandes tendances, les séquences européennes de second ordre, communément interprétées en termes d'eustatisme. La limite entre les séquences C2 et C3 correspond en effet à un maximum régressif de second ordre à l'échelle européenne et le cortège transgressif de la séquence C3 se met en place dans un contexte de hausse eustatique. Cependant, deux surfaces maximales d'inondation de troisième ordre à l'échelle européenne n'ont pas été retrouvées ici. Elles correspondent à des pics de production carbonatée dans le Bassin Nord-aquitain, qui pourraient masquer le signal eustatique global. Des conditions eutrophiques dans cette zone subtropicale auraient pu favoriser le développement de faciès *heteérozoans*, formant des cordons carbonatés dans la séquence C3.

# DÉVELOPPEMENT CENTRIFUGE DE MATTES CYANOBACTÉRIENNES

François ARBEY[1,@]

(1) Retraité de l'Université Paris-Sud (Géochimie), 237 avenue Daumesnil 75012 Paris
(@) arbey@noos.fr

Il est habituel d'observer, dans des salines de Guérande[*] au fond des bassins qui précèdent les œillets finaux, le développement centrifuge de peuplements cyanobactériens en « ronds de sorcières » qui peuvent se recouper. Ces « ronds » sont liés au temps : chaleur, luminosité et vent ainsi qu'aux arrivées d'eau. De largeur plurimillimétriques ils sont alternativement d'un bleu-vert intense et brunâtres. Ces structures se développent assez vite et disparaissent de même. Faisant partie des développements organiques « malpropres » elles sont régulièrement enlevées.

Au laboratoire nous observons que :

1- Les cercles verts sont essentiellement formés d'oscillaires (*sp.*) phototropes aux déplacements rapides. Plus ou moins redressées, elles forment une « moquette » (fig. 1 et 2). Elles s'éloignent des dépôts bruns où la photosynthèse est gênée.
2- Les cercles bruns au relief léger sont construits par *Microcoleus chtonoplastes* et ont un aspect « d'aiguilleté » horizontal dont les gaines agglomèrent et retiennent les particules détritiques (fig. 1 et 3).
3- La masse détritique qui est plus importante dans les anneaux bruns, contient d'autres organismes qui se déplacent si vite qu'il m'a été impossible de les situer dans les types d'anneaux faute de microscope sur le terrain même : des spirulines, des *Beggiatoa alba* (fig. 4) clairement plus importantes à la limite du milieu réducteur sous-jacent, et des diatomées *s.l.* dont les déplacements sont les plus rapides (fig. 5).

Nous pouvons donc supposer que si des structures semblables pouvaient croître dans le temps dans un milieu lagunaire protégé et alimenté en particules fines et/ou précipités d'évaporites (Guérande), elles auraient alors la possibilité de produire des édifices stromatolithiques subverticaux plus ou moins réguliers, zonés intérieurement, avec des pousses latérales du type branchu classique.

Figure 1. *Un « rond » rapporté au laboratoire*. Figure 2. *Oscillatoria sp*. Figure 3. *Microcoleus chtonoplastes*. Figure 4. *Beggiatoa alba*. Figure 5. *Diverses diatomées et une oscillaire.*

# LES ALTÉRITES ZONÉES DE FIN DE SÉQUENCE
# DÉPLACEMENTS DES FRONTS D'OXYDATION EN MILIEU RÉDUIT

François ARBEY[1,@]

(1) Retraité de l'Université Paris-Sud (Géochimie), 237 avenue Daumesnil 75012 Paris
(@) arbey@ noos.fr

Le Cambro-Ordovicien des Monts d'Ougarta (Sahara algérien) présentent des sommets de séquences négative à anneaux de Liesegang (ANLI). D'une manière

générale, les sédiments sont littoraux, lagunaires ou deltaïques, glaciaires et proglaciaires. L'épaisseur et la variation de nature des bancs silicodétritiques affectés (grès argileux, grès, grès argilo-oolithique) permettent d'en affiner les processus par DRX, MEB et microcartographie élémentaire. Ces altérations littorales à continentales proximales sont intra-ordoviciennes, précoces mais syn/post-néotectoniques.

Les ferruginisations annulaires, souvent polyphasées, se sont mises en place à partir de solutions de continuités comme les structures ichnologiques et sédimentaires, les fissures de tassement, de dessiccation voire de diaclases tectoniques précoces, d'âges différents. Plusieurs systèmes d'anneaux peuvent donc se recouper. La composition chimique des anneaux est liée aux déplacements du front d'oxydo-réduction bactérien situé à la limite de la "couche noire" intertidale ou a lieu l'inversion du Eh. Ils sont la conséquence du battement des nappes littorales qui a pour origine les marées, la progradation des corps sédimentaires et les accoups de subsidence et d'émersion. Le phénomène centripète/géotrope se résume en 3 phases synchrones : 1- anneau rouge extérieur de fixation du Fe ; 2- anneau gris de transition-solubilisation ; 3- centre/nucleus résiduel noir. L'érosion des dalles ferruginisées produit des conglomérats à ANLI.

Les anneaux correspondent à des concentrations d'éléments dont le processus de mise en place est généralement le suivant :

- Le fer, issu de phyllites ferrugineuses ou adsorbé sur les quartz détritiques, migre à l'état soluble, réduit. Il se fixe sous forme de goethite puis d'hématite dans la zone d'oxy-dation superficielle. Celle-ci marque par une succession d'anneaux emboités ses déplacements vers l'intérieur du sédiment en période régressive ou tout simplement selon les allées et venues de la mer.
- Le silicium est faiblement solubilisé entre les anneaux de fer mais les grains peuvent se libérer.
- L'aluminium, libéré dans la couche grise par la destruction partielle des argiles ferrugineuses (à 7 et 14 Å), entre dans la composition de particules néogenétiques de kaolinite meuble.
- Les carbonates de calcium mais aussi, en quantité moindre, de cuivre et de zinc forment des anneaux entre ceux du fer. Cette zone à l'origine grise devient finalement poreuse.
- Le magnésium accompagne les argiles résiduelles ferrugineuses.
- Le phosphore se rencontre sous deux formes : d'une part il existe des particules détritiques ayant pour origine les Lingules vivant dans le milieu (ichnofaciès à Skolithos et Cruziana), elles sont souvent enrichies en aluminium sur leur pourtour dans les zones à kaolinite, d'autre part il y a phosphatisation pédogenétique des oolithes lagunaires par de la crandallite.
- Le titane est détritique ou en bordure des anneaux de fer.
- Le baryum et le calcium, sous forme de sulfates, sont tardifs et occupent la porosité acquise au cours des dissolutions. Ils marquent des épisodes confinés qui précédent les approfondissements subsidents du bassin.

L'ensemble de ces observations nous montre que les anneaux de Liesegang littoraux ont pour origine une pédogenèse tidale à continentale indépendante du climat.

# LA DISTRIBUTION DES RECIFS ET BIOCONSTRUCTEURS MISSISSIPPIENS: CONTRIBUTION DES DONNEES DE MODELISATION NUMERIQUE (COURANTS OCEANIQUES ET TEMPERATURES)

Markus ARETZ[1,@], Guillaume DERA[1], Vincent LEFEBVRE[1], Yannick DONNADIEU[2], Yves GODDERIS[1], Mélina MACOUIN[1], Elise NARDIN[1]

(1) Géosciences Environnement Toulouse (GET), Observatoire Midi Pyrénées, Université de Toulouse, CNRS, IRD, 14 avenue E. Belin, F- 31400 Toulouse, France;
(2) Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE), UMR 8212 - CNRS-CEA-UVSQ, CEA Saclay/ Orme des Merisiers/ Bat. 701, 91191 Gif/Yvette, France
(@) markus.aretz@get.obs-mip.fr

La distribution des récifs et bioconstructeurs est contrôlée par des facteurs biologiques et abiotiques. L'importance et le rôle des facteurs abiotiques comme la température, la salinité, la turbidité, les courants océaniques, l'oxygénation et la géographie sont généralement évalués et interprétés très différemment. Dans cette étude, nous comparons la distribution globale des récifs et bioconstructeurs (tétracoralliaires, bryozoaires et calcimicrobes) du Mississippien (Carbonifère) avec de nouvelles cartes issues de modélisations numériques (Fast Ocean Atmosphere Model (FOAM) illustrant à la fois les courants océaniques et les températures de l'eau océanique de surface.

La distribution des récifs mississippiens et des organismes associés montre des variations spatio-temporelles majeures. A première vue, ces récifs sont concentrés dans la ceinture équatoriale. Comme aujourd'hui, la formation récifale dépend donc de la température de l'eau. La plupart des récifs en dehors de cette ceinture sont situés dans la partie méridionale de la Paléotéthys et en bordure orientale du Gondwana. Or, les simulations numériques montrent que ces récifs se seraient formés dans une zone transitoire où la température de l'eau était relativement peu élevée. La composition de ces récifs n'étant pas différente de celle de leurs pendants tropicaux, nous suggérons donc que leur présence au delà des tropiques pourrait être liée aux fluctuations de la température moyenne lors des cycles glaciaires – interglaciaires pouvant périodiquement ouvrir la « fenêtre récifale ». Cette dépendance à la température des récifs est aussi illustrée en bordure orientale de Gondwana. Suite à la rotation horaire du Gondwana au cours du Carbonifère, sa bordure orientale migre en zone tempérée voir polaire. Ainsi les récifs disparaissent progressivement du sud vers le nord (les dernier récifs se trouvent dans le N du Queensland).

La distribution des bioconstructeurs peut aussi en partie être expliquée par l'organisation des courants océaniques. Les tétracoralliaires coloniaux sont des bioconstructeurs importants dans la Paléotéthys occidentale. Leurs migrations vers l'Ouest sont efficacement bloquées par la circulation océanique. Ainsi, les récifs américains sont appauvris en coraux coloniaux et dominés par des calcimicrobes, bryozoaires ou de la boue carbonatée (micrite).

En résumé, ces exemples illustrent l'influence de la température des eaux surfaces et des courants océaniques sur la distribution et la composition des récifs mississippiens.

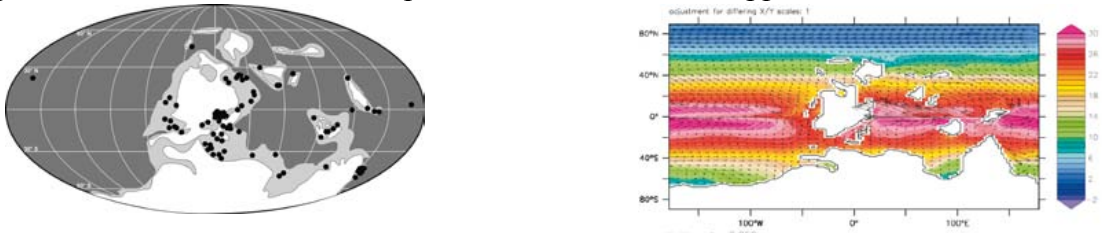


Figure: *A gauche : Distribution des récifs mississippiens (cercles noires). A droite : Simulation numérique qui montre les températures de l'eau surface et les directions principales des courants océaniques pour la paléogéographie du Tournaisien-Viséen.*

# IS THE NEOGENE SERIES OF THE NORTHERN FORELAND BASIN OF THE TIAN SHAN RANGE INDICATIVE OF TECTONIC OR CLIMATIC CHANGE?

John ARMITAGE[1,@], Laurie BARRIER[1]

(1) Institut de Physique du Globe de Paris, Sorbonne Paris Cité, Université Paris Diderot, UMR 7154 CNRS, 1 rue Jussieu, F-75005 Paris, France.
(@) armitage@ipgp.fr

In the Junggar Basin - the northern foreland basin of the Tian Shan Range in Central Asia - there are striking transitions in depositional style during the Cenozoic, from fine grain to coarse gravel deposits. There is continued debate as to if this coarsening is due to a change in surface run-off and frequent shifts in climatic conditions, or increased tectonic uplift. To explore the causes of these sedimentological changes, we compare the results of a model of erosion and deposition linked to flexure of the lithosphere, against the exposed sections of the transitions in deposition across the southern margin of the basin. An increase in tectonic uplift causes an temporary reduction in grain size followed by progradation of coarser material into the basin. The initial retrogradation is caused by the ratio of accommodation space to sediment supply being transiently high, as catchment erosion responds to the change in slope (see Figure 1). In contrast, when the system is subject to an increase in surface run-off, there is a rapid increase in sediment delivery to the basin. There is no retrogradation in this scenario due to erosion of the upper few km of previous deposits, and the general lack of basin wide change is due to the interplay between flexure and loading: the mass deposited increases accommodation space and balances the ratio of accommodation to supply. If instead flexure where ignored, sediment supply would temporarily exceed accommodation space, leading to the deposition of a conglomeratic sheet.

In the south of the Junggar Basin, the Cenozoic series display two retrogradation-progradation cycles. Within these cycles, the progradation trends from fine to coarse grains is oldest closest to the mountain belt and much more younger in the distal regions. This time-transgressive behaviour is more easily explained through a change in tectonic driven uplift, where the progradation of coarse material is a natural consequence of landscape responding to change. The counter hypothesis, that the upward coarsening is due to increased surface run-off requires a constantly increasing amount of over supply of sediment. The idealised models would therefore suggest that the signals observed within the alluvial deposits within the Junggar Basin are indicative of an increase in tectonically driven uplift of the Tian Shan during the Cenozoic.

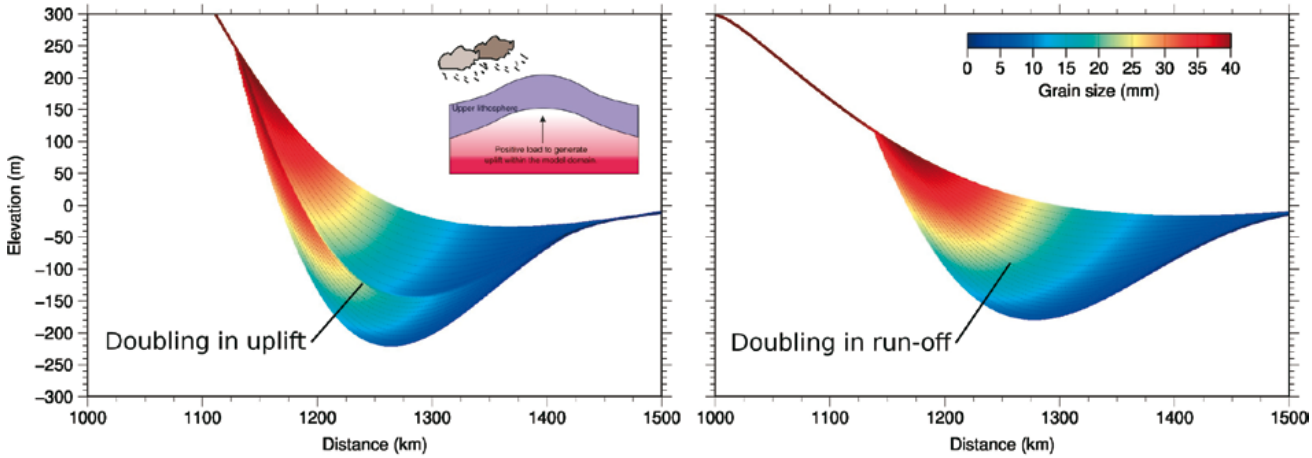



Figure 1: *Left: Response of a simple model of sediment transport and flexure as the model landscape responds to a doubling in uplift. Right: Response of the same model where uplift is kept constant and the precipitation rate is doubled.*

# MODIFICATION RÉGIONALE DU CYCLE DE L'ÉROSION (2EME S. AV. – 4EME S. AP. J.-C.) DANS LES ALPES : UNE DÉFINITION LOCALE DE L'ANTHROPOCÈNE ?

Fabien ARNAUD[1,@], Charline GIGUET-COVEX[1, 2], Pierre SABATIER[1], Elise DOYEN[3], Anaëlle SIMONNEAU[4] Pierre TABERLET[2] et membres du programme PYGMALION[5]

(1) EDYTEM, Université de Savoie, CNRS, Pôle Montagne, 73370 Le Bourget du Lac
(2) LECA, Université J. Fourier, CNRS, 38400 St Martin d'Hères
(3) Chrono-environnement, Université de Franche-Comté, CNRS, 25000 Besançon
(4) ISTO, Université d'Orléans, CNRS, 45000 Orléans
(5) L. Astrade, M. Bajard, J.F. Berger, Y. Billaud, E. Chapron, C. Crouzet, F. David, P. Deline, J. Jacob, M. Le Roy, L. Millet, J. Poulenard, S. Révillon, M. Revel, PJ. Rey, B. Vannière, B. Wilhelm
(@) fabien.arnaud@univ-savoie.fr

Via l'étude de 5 séquences lacustres holocènes couvrant une large diversité d'environnements, depuis le piémont collinéen jusqu'à l'étage alpin, nous avons pu mettre en évidence dans les Alpes françaises du nord une anomalie d'érosion d'ampleur régionale. Elle a commencé vers 200 av. J.-C., sur le territoire alors berceau de la tribu gauloise des Allobroges. Elle s'est poursuivie après l'intégration du territoire allobroge à l'Empire Romain en 76 av. J.-C. pour se terminer aux alentours de 400 ap. J.-C. au moment des troubles qui ont accompagné la chute de l'Empire romain. Cette anomalie se distingue de toutes les autres périodes d'intense activité érosive que nous avons pu documenter à l'échelle régionale par son absence de relation avec une avancée glaciaire et une hausse généralisée du niveau des plans d'eau lacustres[1]. A cette époque, nous avons documenté une augmentation considérable des flux érosifs dans de petits bassins lacustres à la fois en haute montagne (Lac d'Anterne, 2060m[2,3]), en moyenne montagne (Lac de la Thuile, 870m[4]) et dans l'avant-pays alpin (Lac de Paladru, 500m[5] ; Lac de Moras, 300m[6] ;). L'anomalie érosive se retrouve même dans la séquence du lac du Bourget[1], drainant un bassin versant de 4000 km$^2$.
En parallèle à l'étude des flux détritiques, les données de paléovégétation et de régime des feux mettent en évidence un changement drastique dans l'usage des bassins versants[2,5,6] suggérant une intensification des activités pastorales. A l'étage subalpin (Lac d'Anterne, 2060m) cette hypothèse est renforcée par la découverte d'une cabane de berger ruinée, datée du 2ème siècle avant J.-C., sur les rives du lac d'Anterne et par la mise en évidence d'ADN de vache et mouton dans les sédiments lacustres[7]. Enfin, le dosage de la miliacine, montre une intensification de la culture du millet à la fin de l'âge du fer sur les rives des lacs du Bourget[8] et de Paladru[6].

En nous fondant sur l'ensemble de ces indices, nous concluons que les nouvelles pratiques d'usage des sols mises en place autour de 200 av. J.-C. et qui ont perduré jusque vers 400 ap. J.-C. ont significativement affecté le bilan érosif régional. Sur la base de notre jeu de données couvrant l'ensemble de l'Holocène et tous les étages écologiques, du collinéen à l'alpin, ce fut la première fois, dans la région considérée, que les activités humaines furent suffisamment intenses pour altérer significativement le cycle de l'érosion à l'échelle au moins régionale. Ces résultats permettent de discuter le fait que les modifications du cycle de l'érosion ont été parmi les premières manifestations de l'entrée dans l'Anthopocène. Sa définition pourrait ainsi être déclinée régionalement en fonction de la mise en évidence d'anomalies majeures d'érosion, tel que cela a été proposé dans le cas de la Baie de Marennes-Oléron[9].

[1]Arnaud *et al.* 2012, *Quat. Sci. Rev.* **51,** 81– ; [2]Giguet-Covex *et al.* 2011, *The Hol.* **21,** 651– ; [3]Giguet-Covex *et al.* 2012, *Quat. Res.* **77,** 12– ; [4]Sabatier *et al.* 2013, 14ème congrès de l'ASF ; [5]Simonneau *et al.* 2013, *J. Arch.. Sci.* **40,** 1636– ; [6]Doyen. *et al.* 2013, *The Hol.* **23**, 961- ; [7]Giguet-Covex. *et al.* in press, *Nat. Commun.* ; [8]Jacob. *et al.* 2009, *The Hol.* **19,** 241– ; [9]Poirier et al. 2011, Mar. Geol. **290**, 51-

# MAJOR UNCONFORMITIES AFFECTED THE PRE-KHUFF PALEOZOIC SUCCESSION OF THE ZAGROS AREA (SOUTHWEST OF IRAN)

Afshin ASGHARI[1,2,3,@], Emmanuelle VENNIN[1] , Guy DÉSAUBLIAUX[2] & Davood MORSALNEZHAD [3]

(1) Laboratoire Biogéosciences, UMR CNRS 6282, Université de Bourgogne, 6 Bd Gabriel, 21000 Dijon France.
(2) GDF-SUEZ, 1 place Samuel de Champlain, Faubourg de l'Arche, 92930 Paris La Défense Cedex France.
(3) NIOCEXP, 1st. Dead-end, Seoul St., NE Sheikh Bahaee Sq., Tehran, Iran.
(@) afshin_asghari@yahoo.com

Paleozoic series in Zagros area (Southeast of Iran) are well exposed in Kuh-e Surmeh (Fars area), Kuh-e Faraghan and Kuh-e Gahkum (Bandar Abbas area) which are characterized by distinct sedimentary succession separated, by major unconformities and erosional surfaces. The aim of this study is to interpret these unconformities and erosional surfaces in term of climate, tectonic events and relative sea level changes and to reconstruct the Iranian palaeogeography for the Early Paleozoic succession.

The first major erosional surface is observed in Kuh-e Gahkum where the Lower most of Early Silurian fan delta conglomerates and shales corresponding to the Sarchahan Formation, overlies by a discontinuity pre Silurian (Cambrian in age?) deposits (Motiei, 2003). In the neighbouring Kuh-e Faraghan, this surface is recorded at the top of the Ordovician Seyahou Formation. This Upper Ordovician surfaces may be interpreted as a major sea level fall at the end of the Ordovician related to the Hirnantian glaciation (Ghavidel Syooki et al., 2011). The lateral variations in thicknesses and facies between the different areas may be related to the local distribution of salt diaper complexes.

The second discontinuity lies at the top of the shallow to deep marine Early Silurian Sarchahan Formation both in Kuh e Faraghan and Kuh e Ghakum. In Kuh e Surmeh, no Silurian deposits have been preserved. This discontinuity is related to an uplift of the Middle East area at the end of the Silurian associated with epeirogenic movements (Al-Sharhan and Nairn, 1997) and an associated major sea level drop (Haq and Al-Qahtani, 2005).

The third, a major discontinuity separates the continental Early Permian Faraghan Formation from the older sedimentary Formations (Johnson 2008). In Kuh e Surmeh, the Early Permian deposit rests directly on the Ordovician deposits. This area is characterized by the absence of and continental clastics Devonian Zakeen Formations. However, drilled wells located in the surrounding areas (e.g; West Aghar, Naura, Zirreh, Dalan), Devonian Zakeen Formation as indicated by the palynological studies (Ghavidel Syooki, 1993, 1994, 1998) recorded. In Kuh-e Gahkum and Kuh-e Faraghun this hiatus has been confirmed by the absence of the Late Devonian– Carboniferous deposits (Ghavidel Syooki, 2003) and the Early Permian deposits overlie the Devonian Zakeen Formation. This surface is generally referred to the "Hercynian unconformity" (see a recent synthesis by Faqira et al. 2009) spanning from the Late Devonian up to the Carboniferous (Konert et al. 2001). The absence of almost all the succession between the Ordovician to the Early Permian in Kuh e Surmeh, may be interpreted as a consequence of local salt dipair activity and structuration of salt-related structural high position.

# ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE ET STRUCTURALE DU TRIAS ARGILO-GRESEUX SUPERIEUR: GISEMENT DE RHOURDE NOUSS (PLATEFORME SAHARIENNE-ALGERIE).

Amar ASSES[1,@], Khaled LOUMI[1]

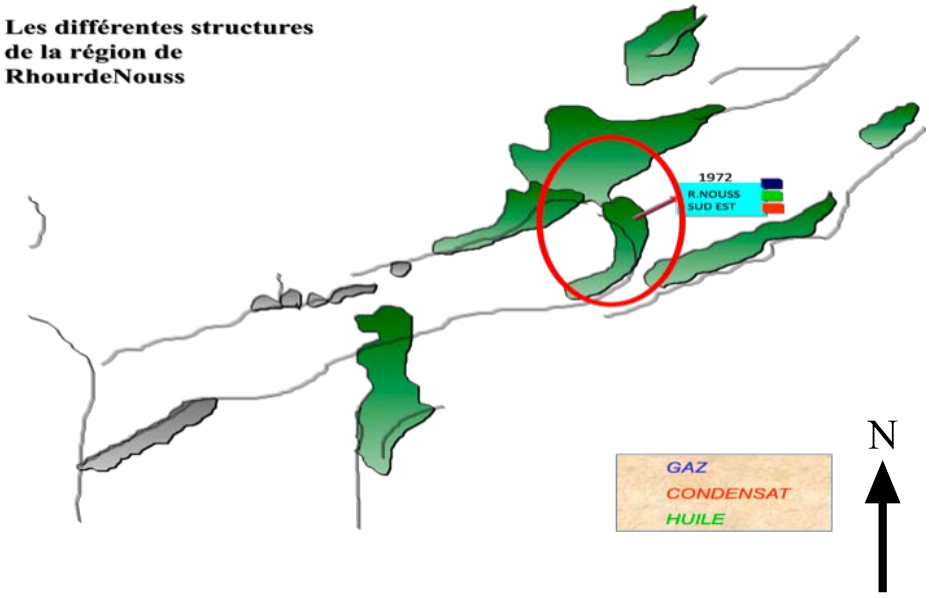
(1) Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie. Université de Boumerdes-Algérie.
(@) assesamar@yahoo.fr

Dans la partie orientale de la plateforme saharienne en Algérie, a été découvert au début des années soixante le gisement de Rhourde Nouss producteur de gaz dans le Trias et l'Ordovicien. Il se trouve dans une région fortement structurée à la faveur de la présence du môle d'Amguid-El Biod d'orientation méridienne qui est un accident profond du socle panafricain qui entaille la dite plateforme d'âge précambrien et d'un accident de direction NE-SW. Ce dernier, dit trend de Rhourde Nouss et encadrant une zone centrale de direction N-S est formé d'un relais d'accidents majeurs associés à des plis en échelon qui leur sont faiblement obliques. Il s'agit d'une zone décrochante dextre et transpressive dans laquelle se développent des structures en fleur positives.

L'analyse lithologique basée sur les puits forés dans la structure Sud-est, indique un découpage du Trias argilo-gréseux supérieur en trois séquences groupées dans une séquence de quatrième ordre. Son contenu est formé de grés grossiers à moyens et des grés fins avec de fortes épaisseurs.

Les environnements analysés et interprétés reflètent une fluctuation des dépôts qui sont tour à tour fluviatiles et sous influence tidale bien marquée.

Les cartes de paléo-rivages établies matérialisent cette alternance caractérisant ce niveau géologique.



# MODÉLISATION DE L'ÉCOULEMENT COUPLÉ AU TRANSPORT RÉACTIF POUR LA COMPRÉHENSION DES PROCESSUS DIAGÉNÉTIQUES D'UN AQUIFÈRE SALIN PROFOND DU BASSIN DE PARIS

Fabien AUBERTIN[(1)], Yasin MAKHLOUFI[(2)], Sophie VIOLETTE[(1,@)], Vincent LAGNEAU[(3)], Françoise BERGERAT[(2)], Pierre-Yves COLLIN[(4)]

(1) UPMC - Sorbonne Universités & CNRS, UMR.7619 Sisyphe, 4 place Jussieu, 75005 Paris
(2) UPMC - Sorbonne Universités & CNRS, UMR 7193 ISTEP, 4 place Jussieu, 75005 Paris
(3) Mines-ParisTech & CNRS, Centre de Géosciences, 35 rue St Honoré, 77305 Fontainebleau
(4) Université de Bourgogne & CNRS, UMR 6282 Biogéosciences, 6 Bd Gabriel, 21000 Dijon
(@) sophie.violette@upmc.fr

L'aquifère salin profond du Bathonien du bassin de Paris constitue une cible privilégiée pour le stockage géologique du $CO_2$ et pour l'exploitation géothermique. Les circulations actuelles des fluides au sein de ce réservoir carbonaté sont largement contraintes par ses propriétés pétrophysiques. Ces dernières, notamment le taux de cimentation, sont en partie dépendantes de la diagenèse qui a affecté la formation et donc des paléo-circulations des fluides ayant existé au sein de cet aquifère.

Plusieurs modèles de paléo-circulation des fluides sont actuellement proposés et mettent principalement en jeu l'influence des circulations de fluides météoriques au sein de la formation considérée, soit avec des zones de recharge situées soit au Nord-Est du bassin de Paris, soit au Nord-Ouest, selon les auteurs. L'influence d'une remontée de fluides profonds est reconnue ou non selon les modèles proposés.

Deux phases de soulèvement du Massif de Londres-Brabant : *i) Late Cimmerian Unconformity*, LCU (145-140 Ma) et *ii) Late Aptian Unconformity*, LAU (112 Ma) auraient pu entrainer la mise à l'affleurement des bordures du Jurassique moyen du Bassin Parisien. Ainsi, un écoulement d'eau météorique se serait mis en place sous l'effet d'un gradient de charge dont le moteur serait devenu la gravité. Cette recharge d'eau météorique, riche en $CO_2$, aux affleurements pourrait entrainer dans un premier temps une dissolution des carbonates, le fluide se surchargeant progressivement en $CaCO_3$ en même temps qu'il s'infiltre et s'écoule vers le centre du bassin. Puis dans un second temps, ces fluides chargés en calcite s'écoulant en profondeur et atteignant des températures plus élevées auraient favorisé la précipitation de ciments de calcite.

Les simulations numériques d'écoulement couplé au transport réactif d'espèces en solution entreprises ici semblent montrer que contrairement au modèle conceptuel généralement accepté, les phases de cimentation de la formation de l'Oolithe Blanche ne peuvent pas être liées exclusivement à des paléo-circulations circonscrites en son sein, depuis les bordures exondées du bassin au Crétacé. En effet, afin d'engendrer une baisse de porosité de 10% (correspondant à l'importance relative de chaque ciment), les paramètres considérés (gradient de température, pression partielle de $CO_2$ atmosphérique, longueur de l'écoulement, température en profondeur) doivent être pris à leurs extrema. D'autre part, les vitesses de Darcy et les durées d'écoulement qui doivent être considérées nous paraissent déraisonnables. Ainsi, il convient donc d'envisager d'autres hypothèses d'écoulements ou d'autres processus.

# MOUVEMENTS VERTICAUX DE LA MARGE NO AFRICAINE

Guillaume BABY[1,@], Alexis CAILLAUD[2], Gérôme CALVES[3],
François GUILLOCHEAU[1], Cécile ROBIN[1], François LEPARMENTIER[4]

(1) Université Rennes 1, Géosciences-Rennes, 263 Av. du général Leclerc, 35042 Rennes.
(2) CVA Engineering 9/11, allée de l'Arche, Tour Egée, 92671 Courbevoie, La Défense.
(3) Université Toulouse 3, Géosciences Environnement Toulouse, 14 Av. Edouard Belin, 31400 Toulouse.
(4) TOTAL PN, Tour Coupole, 92078 Paris, La Défense.
(@) guillaume.baby@univ-rennes1.fr

La marge NO Africaine est une marge plate au relief très peu marqué. Pourtant les données de thermochronologie (Gouiza 2011) et de pétrologie sédimentaire (Chamley *et al*.,1988) montrent que d'importantes phases de dénudation ont eu lieu en amont de la marge (de la Guinée au Maroc) au cours de son histoire, qui débute au Jurassique inférieur (195 Ma) avec l'ouverture de l'Océan Atlantique Central.

L'objectif de cette étude est de reconstituer l'évolution du signal sédimentaire des bassins côtiers de la marge NO Africaine (bassin de l'Aaiun-Tarfaya et bassin Sénégalo-Mauritanien) pour quantifier et comprendre les mouvements verticaux post-rift (subsidence tectonique des bassins et surrections des reliefs amonts) qui affectent la marge depuis la fin du Trias.

Nous avons ainsi (1) pu caractériser et quantifier la subsidence des bassins, (2) mettre en évidence et cartographier les apports silicoclastiques préservés dans les bassins, (3) quantifier ces apports continentaux en réalisant des calculs de flux sédimentaires.

Quatre principaux résultats seront exposés :

- L'analyse des dépôts silicoclastiques montrent une répartition homogène des dépôts sur l'ensemble de la marge au cours du Mésozoïque, tandis qu'au Cénozoïque l'essentiel des dépôts-centres sont limités à la partie nord du bassin Mauritanien et au bassin de l'Aaiun-Tarfaya.
- Au premier ordre, du Jurassique au Cénomanien, le substratum sous le plateau continental est soumis à de forts taux de subsidence tectonique (32 m/Ma) dû au rééquilibrage thermique de la marge. A la fin du Cénomanien la subsidence du socle ralentit brutalement (1,5 m/Ma).
- Cinq phases de surrection de la marge ont pu être mises en évidence. A la base du Crétacé, au Barrémien-Aptien, au Cénomanien, au Crétacé terminal (Campanien-base Paléocène), au Néogène.
- La quantification des flux silicoclastiques montrent que les phases d'érosion des reliefs en amont des bassins sont d'une amplitude au moins trois fois supérieure à celles mises en évidence au cours du Cénozoïque. Cela semble indiquer que le relief actuel est hérité du Crétacé sur une grande partie du Craton Ouest Africain.

Chamley H., Debrabant P., Flicoteaux R., 1988. Comparative evolution of the Senegal and eastern central Atlantic basins, from mineralogical and geochemical investigations. *Sedimentology,* 35, 85-103.

Gouiza M., 2011. Mesozoic Source-to-Sink Systems in NW Africa: Geology of Vertical Movements During The Birth and Growth of The Moroccan Rifted Margins. *Ph.D. Thesis*, VU University Amsterdam.

# FACIÈS DE PLATEFORME ET DÉFORMATION DU DOMAINE INTERNE D'UN PRISME DE SUBDUCTION : IMPLICATIONS RÉSERVOIR

Julien BAILLEUL[1,@], Emmanuel BESSE[1,2], Vincent CARON[3], Geoffroy MAHIEUX[3], Frank CHANIER[4], Stéphane ROUSSE[1,5], Jacky FERRIÈRE[4]

(1) Bassins-Réservoirs-Ressources, Département Géosciences, Institut Polytechnique LaSalle Beauvais, 19 rue Pierre Waguet, BP30313, 60026 Beauvais Cedex, France.
(2) Schlumberger UK Limited, Crawley, United-Kingdom.
(3) Bassins-Réservoirs-Ressources / UMR 8217, UPJV, 33 rue St Leu, 80000 Amiens, France.
(4) UMR 8217 Géosystèmes, Bat. SN5, Université de Lille 1, 59650 Villeneuve d'Ascq, France.
(5) Beicip-Franlab, 232 av. Napoléon Bonaparte, BP213, 92502 Rueil Malmaison, France.
(@) julien.bailleul@lasalle-beauvais.fr

L'exploration pétrolière en domaine de marge active s'intéresse particulièrement aux réservoirs turbiditiques associés au concept de prisme d'accrétion. Or, les parties internes de ces prismes orogéniques ne sont pas forcément accrétées de la fosse et leur développement peut s'accompagner d'une sédimentation de plateforme non négligeable. C'est le cas pour le prisme de subduction Hikurangi (île nord de Nouvelle Zélande) dont le *trench-slope break* émergé correspond à une marge passive paléogène déformée sur laquelle reposent en discordance les sédiments miocènes syn-subduction. Cette sédimentation syn-subduction comprend classiquement des séries turbiditiques et hémipélagiques déposées au sein de bassins perchés mais également une récurrence d'épais corps sableux et/ou carbonatés de plateforme pouvant présenter une bonne continuité latérale. Ainsi, au cours du Miocène, quatre unités sédimentaires de plateforme mixte silicoclastique / carbonatée, d'une épaisseur pouvant atteindre jusqu'à 120 m (*Net Sand* : 55 m), sont identifiées et viennent s'intercaler entre des unités de bassin plus profond.

L'installation de ces plateformes, souvent marquée par la présence d'une discordance angulaire surmontée par un *onlap shell-bed*, puis leur ennoiement sont contrôlés par l'évolution structurale du prisme de subduction qui les porte. En effet, bien que la subduction ait été continue depuis 25 Ma, le prisme Hikurangi n'a pas uniquement subi une surrection continue et généralisée au cours de cette période. Pour le Miocène, les mouvements verticaux ont ainsi été contrôlés par : 1) une phase de mise en place de nappes (raccourcissement et surrection généralisée ; c. 25-18 Ma), 2) la déformation de ces nappes avec développement de bassins perchés (raccourcissement, subsidences localisées et surrection des bordures des bassins ; c. 17.5-15 Ma), et 3) une phase d'érosion tectonique (extension et subsidence généralisée de la partie interne du prisme ; c. 15-6.5 Ma). La reconstitution de cette évolution structurale permet de mettre en évidence les modalités de contrôle de la déformation, tenant compte de sa distribution et de sa migration au cours de chaque phase, sur le développement et la distribution des plateformes miocènes et des corps réservoir associés. Une quatrième phase tectonique (c. 6.5-0 Ma) dominée par du raccourcissement est responsable d'une surrection globale de la marge et de l'émersion du *trench-slope break* au quaternaire. L'analyse sédimentologique détaillée d'un secteur de 70 km$^2$ de ce prisme émergé permet de préciser la typologie (faciès, morphologie, géométrie, extension …) ainsi que l'architecture stratigraphique de ces plateformes mixtes. La cartographie, les coupes réalisées au travers de ce secteur et l'analyse tectono-stratigraphique autorisent une reconstruction précise des différents éléments d'un analogue de système pétrolier. Ainsi, dans ce type de contexte géodynamique particulier, les géométries, la distribution des faciès, les potentiels couples réservoirs/couvertures et la fracturation à l'échelle du gisement ont pu être appréhendés en détail. Les résultats obtenus montrent notamment que, outre les pièges structuraux, les discordances angulaires successives sont propices à la formation de pièges stratigraphiques et à la mise en connectivité des réservoirs turbiditiques et de plateforme, voire des unités de plateforme entre-elles.

# LA CÔTE SABLEUSE PICARDE : UN LITTORAL SOUS HAUTE SURVEILLANCE !

Olivier BAIN[1,@], Anne COMBAUD[1], Guillaume VILLEMAGNE[2], Pascal BARRIER[1]

(1) Institut Polytechnique LaSalle Beauvais, Département Géosciences, 19 rue Pierre Waguet, 60026 Beauvais cedex
(2) Syndicat Mixte Baie de Somme- Grand Littoral Picard, 1 Place de l'Amiral Courbet, 80142 Abbeville
(@) olivier.bain@lasalle-beauvais.fr

Le littoral picard avec ces 60 km de côte est un véritable petit laboratoire d'étude en matière d'érosion du littoral.

La côte sableuse du Marquenterre est aujourd'hui sous haute surveillance concernant la problématique de l'érosion côtière, en particulier la région de Quend, où LaSalle Beauvais réalise un suivi continu en collaboration avec le Syndicat-Mixte-Baie-de-Somme Grand-Littoral-Picard depuis 2008.

Depuis cette période, des levers topographiques et un suivi géométrique des barres et des bâches permettent d'enregistrer, deux fois par an, le détail de l'évolution du trait de côte. L'architecture des corps sédimentaires et l'évolution granulométrique du sédiment sont également suivies à l'aide de travaux géophysiques et d'analyses sédimentologiques en laboratoire.

Cette auscultation a été motivée par la mise en place, sur la plage de Quend et sur la dune côtière, de protections douces de lutte contre l'érosion et notamment d'un système de drainage de plage en 2008.

L'ensemble des protections de lutte contre l'érosion a permis la «stabilisation» de la plage tout en modifiant sa morphologie. Le pied de dune (26 000 $m^3$) et le haut estran (35 000 $m^3$) se sont engraissés alors que le moyen (- 47 000 $m^3$) et bas estran (- 12 500 $m^3$) ont été érodés. Au droit de cette zone, les barres et les bâches se sont réorientées, subissant une rotation antihoraire de 3 à 4°.

Figure. *Accrétion en pied de dune observée lors de la campagne de mai 2011. (Photo LaSalle-Beauvais).*

Les différents levers topographiques ont permis de définir les limites d'extension maximales de l'érosion et de l'accrétion. Ces deux limites dessinent une zone de «battement sédimentaire» dans laquelle évolue la plage de Quend depuis la mise en place du système de drainage Elles ont également permis la modélisation d'un profil d'équilibre théorique autour duquel évolue le profil de plage.

Ces premiers travaux ne tiennent pas compte de la complexité de la cellule sédimentaire. Les préconisations faites par les différents acteurs demandent maintenant la prise en compte de l'hydrodynamisme de l'ensemble de la cellule hydro-sédimentaire et non d'une portion de celle-ci. Celle de Quend est très fortement anthropisée, avec des activités touristiques et aquacoles intenses. Depuis deux ans, de nouvelles campagnes élargies à l'ensemble de l'unité sédimentaire nord picarde ont été réalisées. Elles ont pour objectifs : de définir les stocks sédimentaires et leurs mobilités mais aussi de comprendre la dynamique et de modéliser le fonctionnement de cette cellule en intégrant les différents facteurs de forçage.

# DOLOMIES CÉNOZOÏQUES DE L'ÎLE DE MAYAGUANA, SE BAHAMAS: NOUVELLES OBSERVATIONS ET PERSPECTIVES À PARTIR DE L'ÉTUDE D'UNE CAROTTE

Erika BALDESSIN[(1,@)], Pascal KINDLER[(1)],
Gyöngyvér FISCHER[(1)] et Fabienne GODEFROID[(1)]

(1) Section des Sciences de la Terre et de l'Environnement, Université de Genève, CH-1205 Genève
(@) Erika.Baldessin@unige.ch

L'étude préliminaire d'une carotte forée dans la plate-forme carbonatée de Mayaguana (SE des Bahamas) a mis en évidence l'occurrence de plusieurs épisodes de dolomitisation distincts. Un des épisodes affecte uniquement le remplissage de fissures karstiques sans en affecter les épontes tandis que le second est pénétratif et remplace des calcaires récifaux.

Notre recherche porte sur les dolomies de Mayaguana, un petit banc carbonaté (57x13 km) situé entre 22°15' et 22°30' de latitude N et 72°40' et 73°10' de longitude W dans le sud-est de l'archipel des Bahamas. Deux des unités lithostratigraphiques affleurant sur l'île contiennent de la dolomite: la Formation de Little Bay, constituée par des dolomies microsucrosiques laminées et non mimétiques datant du Miocène supérieur (5.59-6.81 Ma) et la Formation de Timber Bay, composée par des dolomies cristallines et mimétiques datant du Pliocène moyen (2.12-4.09 Ma).

Une carotte de 44 m de longueur forée à Little Bay, sur la côte nord de Mayaguana, permet d'observer la nature et la distribution des dolomies parmi les dépôts du Miocène.

Différents constats macroscopiques ont été faits suite à l'analyse préliminaire de cette carotte. Premièrement, la Formation de Little Bay (dolomies microsucrosiques laminées), qui affleure à la surface de l'île, est également présente en subsurface dans des fissures karstiques dont les épontes ne sont pas affectées par la dolomitisation (Fig. 1). En second lieu, nous avons noté une dolomie massive et pénétrative qui remplace un faciès récifal (Fig. 2), se rapprochant ainsi de la Formation de Timber Bay observée en surface.

Ces deux types de dolomies reflètent aussi des modes de dolomitisation différents par leur âge et leur processus au cours du Néogène sur Mayaguana que notre étude en cours permettra de mieux cerner.

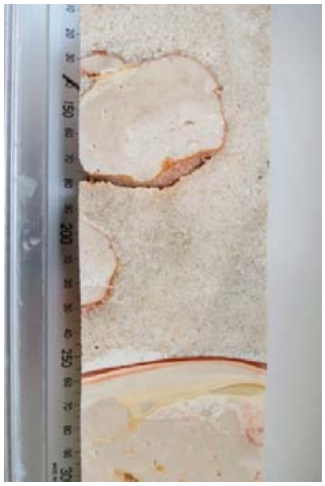


Figure 1 - Dolomie karstique

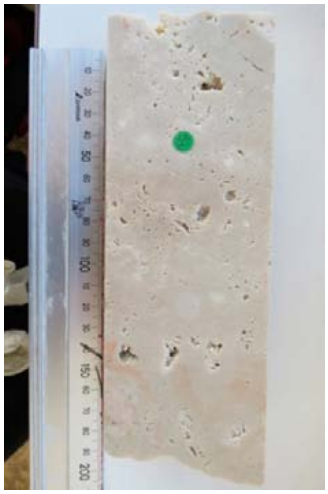


Figure 2 - Dolomie pénétrative

# ÂGE DE LA MINÉRALISATION EN MN DU DISTRICT D'IMINI (MAROC)

Jocelyn BARBARAND[1,@], Augustin DEKONINCK[2], Johan YANS[2], Gilles RUFFET[3], Bertrand SAINT-BÉZAR[1], Yves MISSENARD[1], Rémi LEPRETRE[1], Omar SADDIQI[4]

(1) Université Paris Sud, UMR CNRS-UPS 8148 IDES, Bâtiment 504, Orsay cedex, F-91405
(2) Université de Namur, Département de Géologie, 61 rue de Bruxelles, 5000 Namur, Belgique
(3) Géosciences Rennes, UMR CNRS 6118, Université de Rennes1, F-35042 Rennes Cedex
(4) Laboratoire «Géosciences», Université Hassan II, BP 5366 Maârif, Casablanca, Maroc
(@) jocelyn.barbarand@u-psud.fr

La datation des minéralisations est un point clé pour reconstituer les mécanismes de concentration et caractériser les gisements. En domaine sédimentaire, l'âge de la formation porteuse de la minéralisation est souvent considéré, faute d'éléments discriminants plus précis, comme très proche de celui de la minéralisation, notamment lorsque la concentration est stratiforme. Le modèle métallogénique est donc fortement dépendant des environnements de dépôt (conditions physico-chimiques, source, mécanismes de concentration, …) et le rôle de phénomènes plus tardifs (déformation, remobilisation, …) apparaissent mal pris en compte.

Le gisement de Mn d'Imini situé sur le front Sud du Haut Atlas au Maroc est exploité depuis 1928 et a produit, pour l'année 2006, 48 000 tonnes de minerai riche en Mn (> 92% poids de MnO2). Il se situe dans un domaine particulier où les schistes ordoviciens sont en contact avec la série mésozoïque par l'intermédiaire d'un accident de socle. Trois niveaux principaux minéralisés ont été reconnus à l'intérieur des calcaires dolomitiques marins du Cénomano-Turonien (intertidal à supratidal) intercalés entre les formations continentales des grès rouges de l'infra-Cénomanien et du Sénonien. La minéralisation est constituée essentiellement par de la pyrolusite ($MnO_2$) à laquelle sont associés des oxydes de manganèse riches en cations du groupe de la hollandite *sensu lato* (Ba, hollandite *sensu stricto* ; Pb, coronadite ; K, cryptomélane). Le mode de formation et l'âge des gisements ont été largement discutés depuis Neltner (1933) jusqu'à Gutzmer et al. (2006) : le modèle accepté envisage une formation épigénétique à la fin du Turonien lors du remplissage de cavités karstiques à proximité de la ligne de rivage de la mer crétacée.

Nous avons entrepris l'étude précise de la minéralisation (voir autre communication de Dekoninck et al., cette session) et séparé les cristaux de cryptomélane afin de réaliser une datation K/Ar et $^{40}Ar/^{39}Ar$. Une phase significative de minéralisations à l'Eocène inférieur (+/- 50 Ma) est ainsi mise en évidence. Les échantillons analysés correspondent soit à des remplissages de fracture, soit à des cristaux localisés à l'intérieur de la masse de pyrolusite et correspondraient aux stades tardifs de la minéralisation. Il apparaît qu'une partie de la concentration en Mn s'est mise en place 1) plusieurs dizaines de Ma après la sédimentation, 2) lors d'un épisode de raccourcissement reconnu à l'échelle de l'Afrique du Nord en relation avec la convergence Afrique-Europe. Ces résultats autorisent un nouveau modèle métallogénique pour le district d'Imini : la mise en charge de fluides sur les zones de relief du Haut-Atlas naissant aurait généré un gradient hydraulique à l'origine de la circulation de fluides qui ont minéralisé les formations poreuses et perméables du Cénomano-Turonien.

Gutzmer et al. (2006). *Economic Geology* 101, 385–405 ; Neltner, L. (1933). *Publication du Bureau d'Etudes Géologiques et Minières Coloniales* 2 81–144.

# ÉTUDES DES CONTRÔLES DE LA DISTRIBUTION DES PHASES DIAGÉNÉTIQUES DANS UN RÉSERVOIR CARBONATÉ: LA FORMATION MADISON (CARBONIFÈRE, BIGHORN BASIN, WYOMING, USA)

Mickaël BARBIER[1,2,@], Marc FLOQUET[2], Youri HAMON[1], Jean-Paul CALLOT [3]

(1) IFPEN, 1, 4 avenue Bois Préau 92852 Rueil Malmaison, France
(2) CEREGE, 3 place Victor Hugo, Aix-Marseille Université, 13331 Marseille, France
(3) LFC-R, UPPA, I.P.R.A. Avenue de l'Université BP 1155, Pau 64013 Cedex, France
@ mickael.barbier@ifpen.fr

L'étude a pour but de caractériser les facteurs de contrôles de la distribution des phases diagénétiques dans les réservoirs carbonatés. Pour y répondre, il a été entrepris une démarche intégrant des analyses multi-échelles de sédimentologie et diagénèse. L'acquisition des données a été réalisée sur un analogue de terrain d'un réservoir carbonaté : la Formation Madison, d'âge Carbonifère inférieur (357-340 Ma), affleurant dans le Bassin de Bighorn (Wyoming, USA). Cette acquisition a été réalisée dans cinq sites : Wind River Canyon, Shell Canyon, Sheep Mountain, Shoshone Canyon, et Clark's Fork Canyon (selon une polarité paléogéographique proximale - distale).

Dans le Wyoming (USA), la Formation Madison est une série carbonatée, atteignant une épaisseur de 340 m, formée de sept séquences de dépôt basse fréquence (SBF). Les deux premières (SBF1 et 2) se sont formées sur une rampe qui, en conséquence de progradations extensives, s'est aplanie progressivement pour former une plate-forme sur laquelle se sont déposées les cinq autres séquences (SBF3 à 7). SBF1 à 3, d'âge Kinderhookien à Osagéen inférieur, se sont formées sous climat aride à la faveur d'une subsidence tectonique générale compensant les chutes eustatiques épisodiques. Les cortèges de rétrogradation se caractérisent par le développement étendu des milieux inter- à supratidaux et des processus de précipitation d'évaporites et dolomitisation. Les cortèges de progradation sont faits de faciès granulaires, lithifiés précocement. SBF4 à 7, d'âge Osagéen, se forment en contexte de climat humide (conditions glaciaires aux hautes latitudes) qui a contribué à l'arrêt des précipitations d'évaporites et des dolomitisations précoces et, au contraire, a été propice aux karstifications aux sommets des SBF4 à 7, provoquées par des surrections momentanées de l'aire de dépôts couplées à des chutes glacio-eustatiques.

La diagenèse différée liée aux reflux de saumures formées lors du dépôt de SBF3 (vaste plateforme), puis à la période de karstification fini-mississippienne se traduit par le développement des propriétés pétrophysiques (porosité et perméabilité). L'enfouissement de la Formation Madison, scellée par les argiles de la Formation Amsden, est le siège de la remobilisation du fluide de pore aboutissant soit à une l'occlusion progressive du réseau poreux des carbonates du fait de la cristallisation de calcite dans les parties distales de la plate-forme, soit au développement du réseau poreux par dolomitisation des carbonates dans les parties proximales. Les meilleurs réservoirs résultant de ces diagenèses sont les cortèges rétrogradants des SBF1 et 2, l'intégralité de SBF3 et les intervalles dolomitiques et brèchiques des SBF4 à 7.

# CONTRIBUTION DE LA CULTURE DES FORAMINIFÈRES BENTHIQUES À LA CALIBRATION DE PROXIES PALÉOCÉANOGRAPHIQUES

Christine BARRAS[(1,@)], Emmanuelle GESLIN[(1)], Meryem MOJTAHID[(1,2)], Paula DIZ[(1,*)], Jean-Claude DUPLESSY[(3)], Elisabeth MICHEL[(3)], Gert-Jan REICHART[(4,5)], Yair ROSENTHAL[(6)], Andy GOODAY[(2)], Mike ZUBKOV[(2)], Frans JORISSEN[(1)]

(1) LPGN-BIAF UMR6112 - Laboratoire des Bio-Indicateurs Actuels et Fossiles (BIAF), Angers, France
(2) National Oceanography Centre, Southampton, University of Southampton Waterfront Campus, European Way, Southampton, SO14 3ZH, UK
(3) LSCE- Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, Gif-sur-Yvette, France
(4) Faculty of Geosciences, Earth Science Department, Utrecht, Netherlands
(5) Alfred Wegener Institut for Polar and Marine Research, BioGeoScience, Bremerhaven, Germany
(6) Institute for Marine and Coastal Sciences, Rutgers University, USA.
* Currently: Departamento Geociencias Marinas y Ordenación del Territorio, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Vigo, 36310 Vigo, Spain.
(@) christine.barras@univ-angers.fr

Grâce aux connaissances acquises sur les conditions idéales de culture de différentes espèces de foraminifères benthiques, il est désormais possible de réaliser des calibrations de proxies paléocéanographiques en laboratoire. Plusieurs expériences ont déjà été réalisées :

*1) Calibration du $\delta^{18}O$ de foraminifères benthiques profonds* (Barras *et al*., 2010)

La culture de *Bulimina marginata* en conditions contrôlées à différentes températures (4 à 19°C) a permis de démontrer que l'effet de la température sur le $\delta^{18}O$ de cette espèce est semblable à l'effet thermodynamique enregistré pour la calcite inorganique. Nous avons pu mettre en évidence également un effet ontogénétique non négligeable pour les études de reconstitutions paléoclimatiques.

*2) Calibration du Mg/Ca de coquilles de Hyalinea balthica* (Rosenthal *et al*., 2011)

La calcification de nouvelles loges de *H. balthica* à différentes températures (8, 10 et 13°C) a permis de mesurer, à l'aide de l'ablation laser ICP-MS, un effet d'environ 12%/°C sur la concentration en Mg/Ca. Ces résultats confirment la calibration *in situ* réalisée pour cette espèce qui se trouve avoir une sensibilité 4 fois supérieure à celle des autres espèces benthiques profondes.

*3) Effet de la salinité sur le $\delta^{18}O$, le Mg/Ca et le Sr/Ca d'une espèce côtière* (Diz *et al*., 2012)

La culture d'*Ammonia tepida* en conditions contrôlées à différentes salinités (29.8, 32.2, 35.5) n'a pas montré d'effet significatif de ce paramètre sur la composition isotopique et en éléments traces de la calcite. Par contre, ces expériences ont permis de mettre en évidence un effet de la taille des individus sur la composition en Sr/Ca et une forte variabilité des mesures de Mg/Ca entre les coquilles d'individus ayant calcifié dans les mêmes conditions.

*4) Effet de la nourriture sur le $\delta^{13}C$ d'espèces intertidales* (Mojtahid *et al.*, 2011)

Des expériences menées en laboratoire sur des coquilles adultes de *Hyanesina germanica* et *A. beccarii* avec de la nourriture labélisée radioactivement ($^{3}H$ et $^{14}C$) ont montré que très peu de carbone ingéré est incorporé dans la coquille. Cependant, aucun des spécimens n'a formé de nouvelles loges pendant les expériences ce qui ne permet pas une conclusion définitive sur l'influence de la nourriture sur la signature isotopique de la calcite. Ceci ouvre les portes à d'autres expériences sur des juvéniles avec le même protocole qui s'est avéré très approprié.

Ces études ont démontré l'utilité de réaliser des calibrations de proxies en laboratoire. Nous prévoyons de poursuivre ce travail en travaillant au développement de nouveaux proxies de paléo-oxygénation grâce au programme de recherche régional MADONA.

# MEANDERING VS. BRAIDED GRAVEL-BED RIVERS: WHAT CONTROLS THEIR OCCURRENCE IN STRATIGRAPHIC RECORDS?

Laurie BARRIER[1,@], François MÉTIVIER[1]

(1) Institut de Physique du Globe de Paris, Sorbonne Paris Cité, Université Paris Diderot, UMR 7154 CNRS, 1 rue Jussieu, F-75005 Paris, France.
(@) barrier@ipgp.fr

Classical alluvial facies models were first developed for sand-bed meandering streams followed by sand- and gravel-bed braided ones. Some sedimentologists have also studied deposits of gravel-bed meandering rivers. However, while some of these works dealt with present-day streams, less were performed on sediments of former ones (see references in Métivier and Barrier, 2012). Moreover, in most of these studies, the deposits analyzed were quaternary, with the associated meandering channel planform still visible at the Earth's surface. As far as we know, only two cases of older rivers (one Pliocene and one Miocene) were recognized as gravel-bed meandering streams. One can thus wonder why so few rivers of this type are described from stratigraphic records. Is it due to a problem of identification or control of palaeo-channel patterns? In order to clarify this issue, we made an attempt to synthesize a portion of the vast literature concerning the pattern recognition and boundary conditions of gravel-bed channels.

To proceed, we considered the problem in its simplest form: two end-member channel pat- terns, braided and highly sinuous meandering. We compiled information and measurements concerning these different morphologies in the case of present-day and former gravel-bed rivers, in order to address three subquestions. (1) Independently of why these two end-member patterns exist, how can one distinguish between them and can the distinction be done quantitatively? (2) How can one then differentiate them from a sedimentary series? (3) Can one finally, if a clear distinction between these two channel patterns can be done, quantitatively relate them to different boundary conditions? Answer such questions can actually improve our understanding of stream pattern metamorphoses and alluvial stratigraphic records (Métivier and Barrier, 2012).

It appears that it is difficult to unambiguously differentiate between meandering and braided channel fills in sedimentary series because this requires detailed analysis of deposit architecture and paleocurrents on extensive 3-D outcrops. Moreover, it seems that no quantitative study have yet been performed on the architectural characteristics proposed as diagnostic criteria for channel patterns. Thus, it is possible to imagine that some gravel deposits interpreted as braided channel fills were in fact meandering ones. In addition, with the Schumm's classifications in mind (1985), the sedimentologists naturally associated gravelly sediments with braided rivers.

Nevertheless, the very few gravelly meandering channel fills described in stratigraphic records could also be due to either a low preservation potential in sedimentary series or a low occurrence in the past. Indeed, the preservation potential of gravel-bed meandering streams could be limited because they do not carry much bedload. Because of this moderate bedload transport, the gravel-bed meandering streams are possibly not aggradational rivers and the chance that their deposits get preserved at geologic time-scales is much less than their braided counterparts. It may be therefore necessary to look more carefully at wandering streams as they could represent the natural form of active gravel-bed sinuous streams. Finally, following the Schumm's pioneering work, a few additional studies suggest that meandering development could be promoted by the occurrence of cohesive river banks (related to the sediment properties or the riparian vegetation).

Métivier, F., and Barrier, L., 2012. Alluvial landscape evolution: what do we know about metamorphosis of gravel bed meandering and braided streams? *In:* Gravel-Bed Rivers: Processes, Tools, Environments. Church, M., Biron, P.M., and Roy, G. (eds). John Wiley & Sons, pp. 474-501.

Schumm, S.A., 1985. Patterns of the alluvial rivers. Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 13: 5-27.

# IMPACT OF SYNKINEMATIC SEDIMENTATION ON THE GEOMETRY AND DYNAMICS OF COMPRESSIVE GROWTH STRUCTURES: ANALOGUE MODELLING INSIGHTS

Laurie BARRIER[(1,@)], Thierry NALPAS[(2)], Jean-Noël PROUST[(2)], Denis GAPAIS[(2)]

(1) Institut de Physique du Globe de Paris, Sorbonne Paris Cité, Université Paris Diderot, UMR 7154 CNRS, 1 rue Jussieu, F-75005 Paris, France.
(2) Géosciences Rennes, Université de Rennes 1, UMR 6118 CNRS, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes Cedex, France.
(@) barrier@ipgp.fr

Analogue sandbox models have been set up to study the impact of synkinematic deposits on the geometry and evolution of single thrusts and folds according to different sedimentation modes (a slow or rapid sedimentation rate that is constant or changing in space and time) and rheological profiles (thin or thick sedimentary series, with a basal *décollement* level or not). A first series of experiments documents the influence of synkinematic deposits according to their sedimentation rate and the rheology of the prekinematic materials. A second series investigates the influence of changes in the sedimentation rate through time. A third one considers the influence of changes in the sedimentation rate in space.

All these experiments suggest that the geometry and evolution of single compressive growth structures vary according to the sedimentation rate. The number and dip of their frontal thrust segments change with the ratio R between the sedimentation rate ($V_{sed}$) at the footwall of the faults and the uplift rate ($V_{upl}$) of their hanging wall. The latter is then more or less uplifted depending on the dip of the thrusts. As a result, the overall structure has either a fault-bend fold or a fault-propagation fold geometry. Those rules are verified when the ratio R ($V_{sed}/V_{upl}$) changes in space or through time. In addition, the rheological profile of the models also affects the geometry and evolution of compressive growth structures. Their structural style, as well as the synsedimentary splitting and steepening of the associated thrusts, varies according to the occurrence and strength of the brittle and ductile layers.

According to this modelling study, the ratio R ($V_{sed}/V_{upl}$) and its changes in space and time, along with the rheology of the deformed materials, are key parameters to better understand the geometrical and kinematical complexities of natural growth thrusts and folds and to improve their interpretation.

# COMPARAISON DES ENREGISTREMENTS DU $CACO_3$ ET DU CORG LE LONG D'UN TRANSECT BATHYMETRIQUE EN MER DE TIMOR : IMPLICATIONS POUR LES RECONSTITUTIONS DES CHANGEMENTS DE LA PALEOPRODUCTIVITE ET DE LA CHIMIE DES EAUX DEPUIS 240 KA

François BAUDIN[(1,@)], Eva MORENO[(2)], Franck BASSINOT[(4)], Wei LIU[(1,3)], Fabien DEWILDE[(4)], Nicolas CAILLON[(4)] & Nianqiao FANG[(3)]

(1) UPMC-Univ. Paris 06, CNRS, UMR 7193 ISTeP, 4 pl. Jussieu, 75252 Paris Cedex 05, France
(2) MNHN, CNRS, UMR 7207 CR2P, 43 rue Buffon 75005 Paris, France
(3) China Univ. Geosciences, Depart. Ocean, 29 Xueyuan Road, Beijing 100083, PR of China
(4) CNRS, CEA, UMR 1572 LSCE, Bât. 12, avenue de la Terrasse, 91198 Gif-sur-Yvette, France
(@) francois.baudin@upmc.fr

Nous comparons les enregistrements des fluctuations des teneurs en carbonate de calcium et en carbone organique à différentes profondeurs dans la Mer de Timor. Des données nouvelles sont présentées sur la carotte MD01-2376, prélevée par 2376 m de fond, et ces résultats comparés aux données obtenues sur la carotte peu profonde (1783 m) MD01-2378 (Holbourn *et al*., 2005) et celle de plus grande profondeur (3875 m) MD98-2166 (Moreno *et al*., 2008).

Le contenu en carbonate montre des fluctuations parallèles entre les trois sites, avec une diminution – classique– du % $CaCO_3$ avec la profondeur et des amplitudes de variations atteignant 25% au sein d'une même carotte. Les maximum de % $CaCO_3$ sont enregistrés durant les MIS5 (~100 ka) et MIS7 (~210 ka), mais les fluctuations temporelles de ce composant ne présentent pas un contrôle glaciaire/interglaciaire bien marqué, quelle que soit la profondeur du site. Si le cycle de 100 ka n'est pas bien marqué, en revanche celui à 19-23 ka domine dans la carotte peu profonde et celui à ~40 ka dans les deux autres.

Le Corg varie entre ~0.2 and 1,75% et montre des fluctuations presque mimétiques entre les trois sites avec des teneurs quasiment identiques. Ces changements sont parfaitement en phase avec les fluctuations glaciaires/interglaciaires, avec un enrichissement pendant les stades froids et une diminution pendant les stades chauds. Si le cycle de 100 ka est le mieux exprimé, celui de ~40 ka l'est un peu moins alors que les cycles de précession sont quasiment inexistant quel que soit le site.

Ces fluctuations temporelles et bathymétriques ne semblent pas d'abord contrôlées par des changements dans la préservation du signal (dissolution/dilution des carbonates, reminéralisation de la matière organique, …) mais reflètent les variations de la paléoproductivité sous contrôle des changements de l'intensité de la mousson Est-asiatique. A ce contrôle primaire s'ajoute celui des changements de la paléo-oxygénation des eaux de fond qui favorise la préservation de la matière organique en période de forte paléo-productivité durant les phases glaciaires. A certaines périodes, les eaux profondes de l'Océan Indien, connectées aux eaux polaires, entrainaient une légère dissolution de la fraction carbonatée sur le site profond, et parfois sur celui intermédiaire, oblitérant alors le signal climatique de 19-23 ka de la mousson.

Il est ainsi possible de distinguer les effets de la variabilité de la mousson, des changements du niveau marin et de la chimie des eaux de fond à travers les enregistrements des % en $CaCO_3$ et Corg à l'échelle des cycles de Milankovitch pour les derniers 240 ka en Mer de Timor.

Holbourn, A., Kuhnt W., Kawamura H., Jian Z., Grootes P., Erlenkeuser H. & Xu J. (2005) – Orbitally paced paleoproductivity variations in the Timor Sea and Indonesian Throughflow variability during the last 460 kyr. – Paleoceanography, 20, PA3002.

Moreno E., Bassinot F., Baudin F. & Vénec-Peyré M.-T. (2008). – Influence of orbital forcing and sea level changes on sedimentation patterns in the Timor Sea during the last 260 ka. – Paleoceanography, 23, PA01207.

# ARCHITECTURE INTERNE ET DYNAMIQUE DES SYSTÈMES DE DUNES LITTORALES : IMAGERIE GÉOPHYSIQUE (GPR), GÉOMORPHOLOGIE ET SEDIMENTOLOGIE LE LONG DU LITTORAL DU COTENTIN

Juliette BAUMANN[1,@], Jean-Rémi DUJARDIN[1], Maksim BANO[1], Philippe DURINGER[1], Nicolas ROBIN[2], Mathieu SCHUSTER[1]

(1) Institut de Physique du Globe de Strasbourg (IPGS), CNRS-INSU UMR 7516, École et Observatoire des Sciences de la Terre (EOST), Université de Strasbourg, 67084 Strasbourg Cedex
(2) Laboratoire CEFREM, UMR 5110, Université de Perpignan Via Domitia, Bâtiment U, 52 avenue Paul Alduy 66860 Perpignan Cedex
(@) baumann.juliette@gmail.com

Les *foredunes* sont des cordons dunaires d'arrière-plage parallèles au littoral, formés par piégeage de sable éolien au sein de la végétation. Elles constituent des morphostructures sédimentaires de très grandes dimensions, classiques des côtes sableuses à l'échelle mondiale. Cependant, si leur géomorphologie et leur dynamique d'édification sont bien documentées, leur architecture interne reste mal connue. Dans le cadre de cette étude, plusieurs systèmes de dunes littorales le long de la côte ouest du Cotentin (Havre de Regnéville, Havre de Lessay, Havre de la Vanlée, Bec d'Andaine) ont fait l'objet d'une étude au *Ground Penetrating Radar* (100, 250 et 500 MHz) couplée à des observations sédimentologiques et géomorphologiques de terrain. L'imagerie de l'architecture interne de ces objets permet d'identifier des unités correspondant aux phases de construction de foredunes successivement séparées par des encoches d'érosion marine. Chaque encoche recoupe clairement les unités de dépôts précédant sa mise en place et se reconnaît sur les profils par une troncature d'érosion nette. Le dépôt suivant se fait initialement de manière conforme au profil de l'encoche (par plaquage de sable éolien, avalanches de sable, glissement de blocs et reconstruction du profil de plage) pour former un prisme en éventail concave. Progressivement, le rôle de la végétation, qui favorise le piégeage du sable éolien, devient prépondérant et conduit à une géométrie de dépôt plus classique par croissance au front et sur la crête de la foredune. Un modèle de dépôt, transposable à l'ancien, est alors proposé.

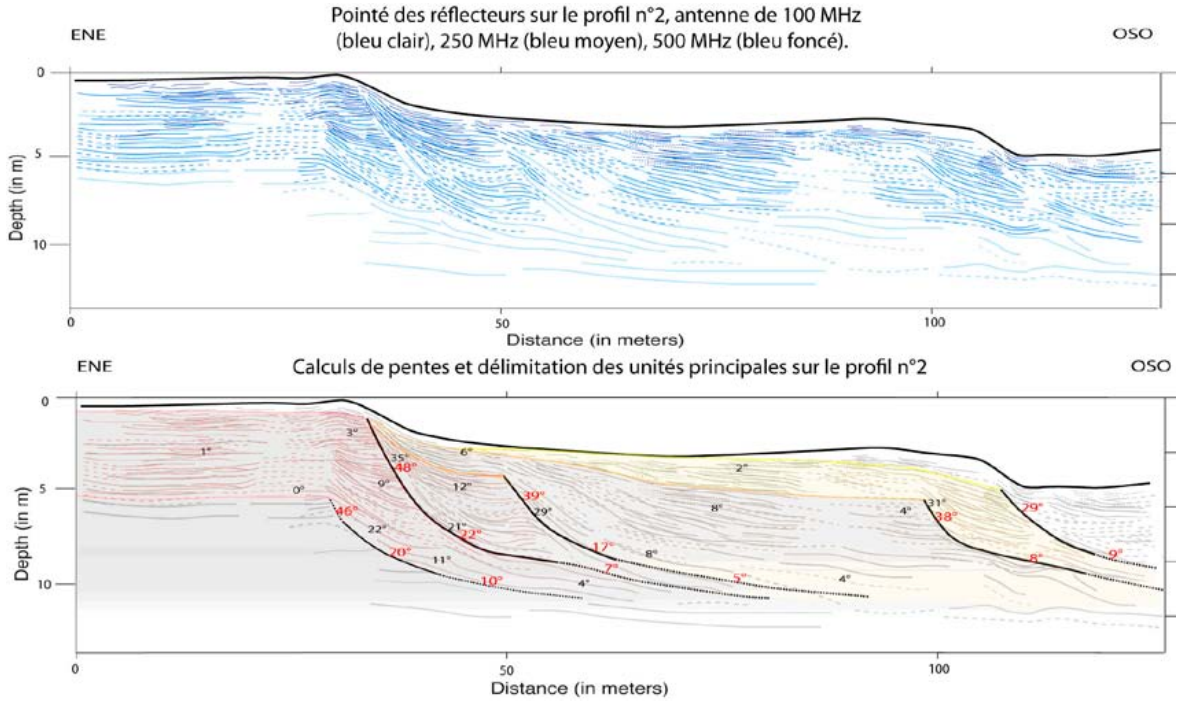



Figure. *Pointé des réflecteurs sur une portion de profil GPR et interprétation.*

# THE STRUCTURAL PATTERN AND GEOLOGICAL EVOLUTION OF THE STEPHANO-PERMIAN BASINS KNOWN UNDER THE PRE-MESOZOIC BASEMENT OF THE SW PARIS BASIN (FRANCE)

Laurent BECCALETTO[1,@], Eric LASSEUR[1], Guillaume MARTELET[1],
Olivier SERRANO[1], Laure CAPAR[1], Stéphane MARC[1]

(1) BRGM-French Geological Survey, Geology Division, 3 av. Claude Guillemin, 45060 Orléans Cedex 2, France
(@) l.beccaletto@brgm.fr

Our presentation deals with the subsurface late Variscan basins identified in France under the Mesozoic cover of the Paris basin. Well-known late orogenic basins, Stephano-Permian in age, crop out in small places in and around the French Variscan basement. But very little is known about their occurrences, and therefore their geological evolution, under their Mesozoic cover.

Our study is based on the modern reprocessing and the interpretation of seismic profiles acquired by the oil industry in the 80', representing about 1400 km of seismic lines. The recognition of these basins on the seismic profiles helped us to answer previously open questions regarding their internal geometry, sedimentary filling, structural control, extension, and thickness.

We focus on three characteristic features of these hidden Stephano-Permian basins, giving a totally new picture of their geological evolution. (1) We depict for the first time the stepwise formation of such a basin, with the sedimentary and structural record of its progressive opening. (2) We also illustrate the differential erosion of these basins before the arrival of the first Triassic sediments. More than 1 km of pre-Triassic sediments has been removed over distances of about 100 kms. (3) Finally we produce the first detailed structural map at the top of the Permian sediments in the Paris basin. This structural scheme is based on the faults interpreted on the seismic lines, with the help of cartographic faults at the 1/50000 scale, and aeromagnetic and gravimetric records. All these results may create new scientific opportunities, for instance regarding the transition between the late Variscan period and the initiation of the Mesozoic basins.

# GEOMETRY OF THE SEDIMENTARY FILLING AND ROLE OF PRESENT-DAY THE BORDER FAULTS DURING THE CENEZOIC RIFTING PHASE OF THE UPPER RHINE GRABEN OF WESTERN EUROPE

Laurent BECCALETTO[1,@], Eric LASSEUR[1], Fabien PAQUET[1], Laure CAPAR[1]

[1] BRGM-French Geological Survey, Geology Division, 3 av. Claude Guillemin, 45060 Orléans Cedex 2, France
(@) l.beccaletto@brgm.fr

The Upper Rhine Graben (URG) of NW Europe is a Cenozoic wrench rift basin about 300 km long and 30-40 km wide, with an Eocene to Quaternary sedimentary fill up to 4 km thick. The finite extension is about 5 km with a transtensional sinistral component of about 30-40 km. These Cenozoic deposits unconformably rest on Triassic to Jurassic sediments representing the eastward extension of the Mesozoic Paris Basin.

We focus on the Bartonian-Priabonian to Rupelian syn-rift stage of the URG, which ends with an intra-Rupelian regional-scale transgression (Foraminifera Marls and Fish Shale Formation). We use subsurface data (well-log and seismic records) to discuss the geometry of the syn-rift deposits, the role of the present-day border fault during the rifting phase, and hence the subsidence history of the initial URG.

The correlation along transects of well-log data using sequence stratigraphy show that the syn-rift deposits result of the stacking of 3rd order transgressive-regressive cycles, characterized by prominent transgressive phases. The sedimentary facies are organized according to a proximal-distal present-day W-E profile along the western boundary of the graben. The facies range from syn-tectonic conglomerates (alluvial fans environments) from the W, to eastward lagunal-lacustrine evaporites (e.g. halite), marls and shales. The transects also illustrate the lateral facies transition between the conglomerates and the halite deposits during the transgressive half-cycles.

We also reprocessed and interpreted industrial seismic profiles cutting through the present-day border fault, in order to understand its relationships with the Eo-Oligocene syn-rift deposits. Few profiles show the expected conglomeratic-type seismic facies, wedge shape and fanning geometries, whereas other profiles show rather parallel strata and even westward pinching. This suggests that the present-day boundary faults doesn't belong to the syn-rift fault system along its complete length. The seismic and well data have been locally harmonized at the scale of the 3$^{rd}$ order sequences. Additional observations also point out the possible post-rift origin of the present-day border fault (at least locally) and the role of flexuration processes during the rifting stage.

This work gives an up-to-date view of the role of the border fault during the rifting phase and its genetic relationships with the syn-rift sediments.

# CO-SEISMIC LAYERS AS CRITERIA FOR VERTICAL OFFSET COMPONENTS MEASUREMENT: EXAMPLES ALONG THE NORTH ANATOLIAN FAULT AND IN LESSER ANTILLES.

Christian BECK[1,@], Corina CAMPOS[1,2], Jean-Louis REYSS[3],
Frédérique LECLERC[4], Eva MORENO[5], Nathalie FEUILLET[4]

(1) ISTerre, UMR CNRS 5275, Université de Savoie/Grenoble-Alpes, F-73376 Le Bourget du Lac.
(2) Ciencias de la Tierra, Universidad Simón Bolívar, Sartenejas, Baruta, Venezuela.
(3) L.S.C.E., UMR CEA/CNRS, avenue de la Terrasse, F-91198, Gif-sur-Yvette Cedex
(4) Laboratoire de Tectonique, UMR CNRS 7578, I.P.G. de Paris, 4, Place Jussieu, F-75252 Paris cedex 05
(5) Sciences de la Terre, USM 203, M.N.H.N., rue Buffon, F-75 005 Paris
(@) beck@univ-savoie.fr

As marine or lacustrine sedimentation may be investigated with high resolution (timing and processes), it may offer a reliable and rich recording of faults activity. When the later ones reach the surface, distribution and settling mecanisms may help to distinguish continuous displacement (creep) from potentially seismogenic offsets (Beck et al., 2012). Based on high resolution seismic reflexion and coring, a 2D analysis is presented for two examples where specific co-seismic layers could be identified: the Central Basin of the Sea of Marmara (North-Anatolian Fault) and the Montserrat intra-arc basin (Lesser Antilles). Respectively 15 kYr and 40 kYr-long records were analized.

Gravity reworking associated to water mass displacements (reflected tsunamis, seiche effect) are responsible for so-called “homogenites” associated, or not, to classical turbidites. In discussed examples, these deposits appear to partially or totally compensate fault scarps. If admitting synchroneity and causal relationships between visible offsets and “ponding” of homogenites on hanging walls, then vertical components of each offsets may be estimated.

In the Montserrat basin, a 3.5 kHz profile displays several homogenites which led to a systematic complete sealing off of an active fault scarp. The most recent homogeneites (most probably the 1974 event) was identified in a piston core. Here, with respect to the imaging resolution, the mean visible vertical offset (vertical component) may thus be considered as the addition of individual co-seismic offsets (no or minor creep).

For the Central Basin of the Sea of Marmara, we investigated both sides of a 40 m scarp in two giant piston cores. Individual sedimentary events (characterized as homogenites, Campos et al., 2013) are present on both sides of the active fault but with a highly increased thickness on the depressed side. Individual layers could be correlated between footwall and hanging wall accumulations and each thickness differences were taken as a rough estímate of associated co-seismic offsets. For a 2 000 yr period (15 to 13 kyr cal. BP), 6 major offsets were detected, ranging from 40 to 160 cm. These values represent a vertical component as our data only provide a 2D view. Although the investigated site is along a major strike slip fault, the analyzed scarp is bounding a pull apart basin and obtained value are likely to represent dominantly vertical co-seismic offsets.

Beck, C., et al., 2012. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, doi:10.5194/nhess-12-1-2012
Campos, C., et al., 2013. *Sedimentary Geology*, doi:10.1016/j.sedgeo.2013.03.015.

# POTENTIAL PALEOSEISMOLOGICAL RECORDS IN THE WESTERN GULF OF CORINTH SEDIMENTS (GREECE) FOR THE LAST 500 YEARS

Arnaud BECKERS[1,2,3,@], Clément MORTIER[1], Christian BECK[2], Aurélia HUBERT-FERRARI[1], Jean-Louis REYSS[4], Efthymios TRIPSANAS[5], Dimitris SAKELLARIOU[5], Marc DE BATIST[6], Koen DE RYCKER[6], Pascale BASCOU[2] and Anne-Lise DEVELLE[7]

(1) Dpt. of Physical Geography and Quaternary, University of Liège, B-4000 Liège, Belgium.
(2) ISTerre, CNRS UMR 5275, University of Savoie, F-73376 Le Bourget du Lac, France.
(3) FRIA, Brussels, Belgium.
(4) LSCE, CNRS UMR 8212, avenue de la Terrasse, 91198, F-91191 Gif-sur-Yvette, France.
(5) Institute of Oceanography, Hellenic Center of Marine Research, GR-19013 Anavyssos, Greece.
(6) Renard Centre of Marine Geology, University of Gent, B-9000 Gent, Belgium.
(7) EDYTEM, UMR CNRS University of Savoie, F-73376 Le Bourget du Lac, France.
(@) abeckers@ulg.ac.be

Related to the Gulf of Corinth rifting, five earthquakes of magnitude greater than 5.8 occurred in the last 35 years. Consequently, the question of earthquake (EQ) hazard is particularly relevant. Onland paleoseismological data are scarce and offshore data were absent before the present study. We investigated recent sediments bounding three well-defined major seismogenic faults: Aegion, Trizonia and Psathopyrgos faults. We retrieved 12 gravity cores from 50 to 85 cm long in three distinct sites: the southern shelf (40 to 50 m deep), a 180 m deep sub-basin, and a transect from the southern coast to the center of the gulf.

Chronology is based on $^{137}$Cs (Atmospheric Nuclear Experiments) and $^{210}$Pb decay for two sites (Aegion and Trizonia). Considering sedimentation rates estimates in these areas, the longer cores record about 500 years of sedimentary archives. We performed granulometry, magnetic susceptibility, loss on ignition and geochemical (X-Ray Fluorescence) measurements on cores from each site. Some samples were observed with a binocular to identify the nature of the grains. We sought to identify layers potentially attributed to EQ-related processes like liquefaction and tsunamis for the sites on the shelves or mass transport and turbidity currents for the basins. In Aegion, 3 coarser layers have been identified at identical depth in 3 cores across the scarp. $^{210}$Pb decay show erosion just under the first event, that we attributed to the 1995 tsunami (backwash deposit) (figure). In the Trizonia Sub-Basin, among 3 clear grain-size peaks, two have been attributed to the 1817 Aegion EQ and the 1660 Galaxidi EQ. In Psathopyrgos, 10 “events” (grain-size and Zr/Rb peaks) have been identified in the deepest part of the transect and at least 2 on the shelf. Their analysis is in progress.

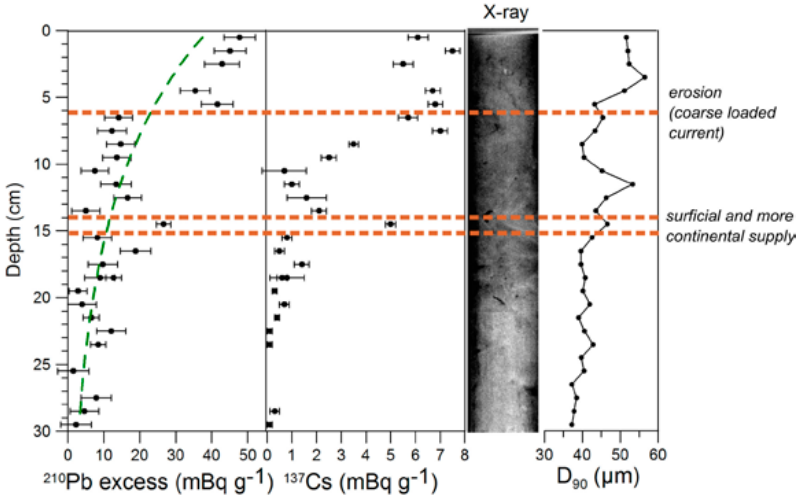



*Figure: $^{210}$Pb and $^{137}$Cs measurements, X-ray picture and $D_{90}$ for the upper 30 cm of the core AEG02bis, located on the hanging wall of the Aegion fault (45m water depth). Excess $^{210}$Pb curve shows erosion at 6 cm (tsunami backwash flow) and surficial sediments inputs at 14.5 (potential slump according to the structures imaged on the X-ray picture).*

# QUANTIFICATION DU RACCOURCISSEMENT COLLISIONNEL DANS LES ALPES OCCIDENTALES : QUELLES IMPLICATIONS POUR LA DYNAMIQUE DES BASSINS PERI-OROGENIQUES TERTIAIRES ?

Nicolas BELLAHSEN [1,2,@], Frédéric MOUTHEREAU [1,2],
Olivier LACOMBE [1,2], Claudio ROSENBERG [1,2]

(1) UPMC Univ. Paris 06, UMR 7193, ISTeP, F-75005 Paris, France
(2) CNRS, UMR 7193, ISTeP, F-75005 Paris, France
(@) nicolas.bellahsen@upmc.fr

La distribution spatio-temporelle et l'architecture sédimentologique des dépôts des bassins péri-orogéniques Alpins sont relativement bien connues. Ainsi, on distingue typiquement des bassins à flysch qui se développent sur tout le pourtour de l'arc en un système continu et relativement homogène, bien que diachrone. En revanche, il est possible de distinguer des différences de premier ordre dans le remplissage molassique sus-jacent : les bassins septentrionaux (bassin molassique suisse) sont larges et épais alors que les plus méridionaux (dans les Alpes françaises) sont beaucoup plus petits, limités à des dépocentres moins importants et moins larges. Quels sont donc les paramètres qui contrôlent la dynamique de chacun des deux types de bassins ? Il est notable que, dans le bassin molassique suisse, la transgression vers le nord ralentit quand s'initient le raccourcissement et l'exhumation significatifs des Massifs Cristallins Externes (MCE, massifs du Mont Blanc, des Aiguilles Rouges, de l'Aar). Le début de la formation du bassin flexural est antérieur à ce raccourcissement et n'est donc pas contrôlé au premier ordre par les MCE. Dans les Alpes françaises, le bassin molassique est au contraire faiblement développé et correspond à une zone où les MCE sont larges et le raccourcissement associé très distribué. Ceci est ici quantifié par des coupes sériées de toute la zone externe qui montrent, du sud au nord, une localisation progressive du raccourcissement et de la surrection. Le prisme orogénique au sud est principalement caractérisé par une accrétion frontale; tandis qu'au nord il montre un sous placage important. Cette variation latérale du raccourcissement collisionnel et de sa distribution spatiale peut être interprétée comme étant contrôlée au premier ordre par la structure de la marge européenne mésozoïque où l'amincissement entre la marge proximale (dauphinois/helvétique) et le domaine Briançonnais était plus important au nord qu'au sud, en relation possible avec le développement du domaine Valaisan.

# ARCHITECTURE DES DEPOTS CARBONATES DE LA BORDURE DE PLATEFORME SERDJ DE LA TUNISIE CENTRALE AU CLANSAYESIEN (APTIEN SUPERIEUR)

Najeh BEN CHAABANE[1,@], Mohamed SOUSSI[1], Fares KHEMIRI[2], Habib TROUDI[2] et Abderrahmane OUAHCHI[2]

(1) Université de Tunis El.Manar, Faculté des Sciences de Tunis, Département de Géologie, UR11ES 15, C.P.2092, Tunis, Tunisie.
(2) Entreprise Tunisienne des Activités Pétrolière (ETAP), CRDP Cherguia, 4 Rue des entrepreneur, 2035 Charguia II Ariana, Tunisie.
(@) Najeh2007@live.fr

La formation Serdj de la Tunisie centrale est classiquement subdivisée en cinq unités lithologiques majeures. Seules les troisième et cinquième unités englobent des faciès carbonatés de milieu marin très peu profond (Oolithes, rudistes, faciès à coraux et algues encroutantes). Au Jebel Serdj (localité type où a été définie la formation Serdj) la cinquième unité (S5) est formée par des calcaires en bancs lités englobant des petites constructions métriques et des faciès sub-récifaux à Rudistes, Coraux, Algues et des divers bioclastes (Milioles, Nérinées) déposés dans un environnement relativement protégé probablement de type « Back-reef ».

À 12 km vers le NE, la coupe Ain Bousaadia (J. Bargou) montre un net épaississement de cette unité avec un léger changement de faciès matérialisé par l'apparition de Packstone à orbitolines, bioclastes avec des foraminifères benthiques et des faciès Boundstone parfois Rudstone à Coraux et Algues encroûtantes et divers bioclastes. Au niveau de Oued Dridja, cet unité montre une diminution d'épaisseur importante avec des micro-brèches, des bans lités et/ou lenticulaire montrant des sens de progradation opposés. Les faciès sont mixtes comprennent des Packstones à pellètes fécaux, foraminifères benthiques et planctoniques, des calcaires à ammonites et quelques intervalles plus au moins riche en matière organique. Plus au Nord, dans le secteur Cheirich, la cinquième unité est exclusivement formée par des constructions récifales emboités et montrant une migration au cours du temps du SW vers le NE. La cartographie et l'étude sédimentologique détaillée de ces biohermes montre 5 phases de constructions récifales (S5 à S5e) avec des textures de type Framestone à Coraux, Bindstone à Algues encroûtantes passant latéralement à des calcaires lités dominés par des Grainstone/Rudstone à Gravelles avec une absence nette des rudistes localité. Au NE, ces phases de constructions sont se relayent calcaires marneux comprenant des éléments récifaux remaniés de la plate-forme ainsi que des petites constructions en place. Cette variation spatiale de faciès de direction SW-NE nous amène à proposer un modèle de plateforme dont la bordure à constructions récifales se limite uniquement au J. Cheirich. Ainsi, le bassin intra-plate-forme de Drija, décrit pour la première fois dans cette étude, sépare un domaine septentrional de plate-forme ouverte et un domaine méridional de plate-forme interne.

# ANALYSE MICROFACIOLOGIQUE ET INTERPRETATION PALEOENVIRONNEMENTALE DU CRETACE TERMINAL DE DJ. GAAGAA (NW DE TEBESSA- NORD EST DE L'ALGERIE).

Sana BENMANSOUR[1,@], Abdelwahheb YAHIAOUIÈ[2], Ahmed INAL[3]

(1-2) Laboratoire, «Risques naturels et aménagement du territoire » LRNAT
(3) Département des sciences de la Terre, Université de Batna.
(@) sana16g@yahoo.fr

Le site choisi est situé dans la wilaya de Tébessa, à environ 14 km au NW de la ville principale de la wilaya et à 3 km de la ville de Hammamet (Youks-les-bains).

Dans la région d'étude, la série du Crétacé terminal comprend trois unités litho- stratigraphiques : ─ L'unité (1) correspond à 65 m de calcaires blancs à gris-clair, crayeux, en bancs décimétriques alternant avec de petits niveaux de marnes grises parfois verdâtres. Les calcaires sont riches en Inocéramus redbirdensis.

L'examen microscopique, montre des calcaires fins à Globotruncana, Hedbergella, Hétérohélix globulosa, Lagéna et Nodosaria.

─ L'unité (2) recouvre 110 m de marnes grises à la base et vert jaunâtre au sommet, s'intercalant entre les formations marno-calcaires du Campanien moyen et ceux calcaires du Maastrichtien.

On n'y trouve pas de macrofossiles, mais les foraminifères abondants**,** permettent de reconnaître le Campanien supérieur. On a enregistré la présence de globotruncana arca, lagéna, lenticulina, nodosaria, Hétérohélix globulosa, néoflabellina, frondicularia Delfaensis SIGAL ,Globotruncana calcarata, dentalina, Clavulina, Vitrewebbina, Gaudrinella, ammodiscus et ostracodes de types : Cytherella et Paracypris.

La présence de Frondicularia Delfaensis SIGAL et Globotruncana calcarata qui caractérise le Campanien supérieur**,** permet de tracer approximativement la limite Campanien supérieur-Maastrichtien inférieur. Cette limite, qui correspond à l'extinction des deux espèces précédemment citées, se situe au niveau de la variation de la couleur des marnes, de grises à vert jaunâtres, à environ 30m de la série calcaire du Maastrichtien supérieur.

─ L'unité (3) forme une puissante série calcaire (280 m) du Maastrichtien supérieur qui constitue le sommet de la région étudié

Microscopiquement, ce sont des calcaires fins à Globotruncanidés, Hétérohélicidés, Dentalina, Nodosaria, ostracodes et Echinodermes**.**

L'étude microfaciologique a permis de mettre en évidence huit microfaciès dont l'association sur le profil de dépôt définit : un domaine de plate forme externe. Il est caractérisé par des microfaciès wackstones à packstones à foraminifèrs benthiques et planctoniques et un domaine de bassin à des microfaciès biomicritiques à foraminifères planctoniques.

La coupe est généralement caractérisée par l'abondance des formes carénées à la base (milieu de bassin), suivi d'une grande proportion des formes bisériées (Héterohelicidae) et formes sans carène et tout particulièrement les Rugoglobigerinidae. Elles se prolifèrent et détriment du nombre des formes carénées (milieu de plateforme externe).

## BIBLIOGRAPHIE:

- **Benmansour. S (2009):** Etude tectono- sédimentaire du Crétacé terminal de l'Atlas saharien oriental.

# ETUDE DE LA BIOMINÉRALISATION DANS DES MICROBIALITES CARBONATÉS ACTUELS DU MEXIQUE : APPORTS SUR LES PROCESSUS DE FOSSILISATION ET SUR LE RÔLE DU VIVANT VS. DE L'ENVIRONNEMENT DANS LEUR FORMATION

Karim BENZERARA[1,@], Nina ZEYEN[1], Jinhua LI[1], Alexis GROLEAU[2], Purificacion LOPEZ-GARCIA[3], David MOREIRA[3]

(1) ERC Calcyan, Institut de Minéralogie et de Physique des Milieux Condensés, CNRS & UPMC, Case 115, 4 Place Jussieu, 75005 Paris
(2) Laboratoire de Géochimie des Eaux, IPGP, UMR CNRS 7154 & Université Paris Diderot
(3) ESE, CNRS UMR 8079, Université Paris-Sud, Orsay, France
(@) karim.benzerara@upmc.fr

Les microbialites sont des structures organo-sédimentaires dont la formation est influencée et/ou causée par l'activité de communautés microbiennes. Ils sont très répandus dans le registre fossile ancien et sont généralement considérés parmi les plus anciennes traces du vivant sur Terre. Pourtant, les mécanismes de genèse de ces structures et notamment le rôle effectif des microorganismes, restent mal compris. La recherche des fossiles de microorganismes dans ces roches reste un défi car il est difficile de distinguer les artefacts abiotiques des traces liées à l'activité biologique. De plus, il n'est pas encore clair de savoir quelles informations peuvent être tirées de ces microbialites à propos des variations paléoenvironnementales ou des types de métabolismes microbiens qui existaient dans le passé.

Dans le but de progresser sur ces questions, nous avons étudié des microbialites lacustres actuels provenant de quatre lacs de cratères situés dans la ceinture volcanique trans-mexicaine: Alchichica, Atexcac, Quechulac et La Preciosa. Nous avons couplé une caractérisation géochimique des eaux à l'étude minéralogique et pétrographique des échantillons de microbialites de l'ensemble des lacs. Les analyses en diffraction des rayons X et spectroscopie infra-rouge couplées aux observations en microcopie électronique à balayage couplées ont montré une diversité de phases selon les lacs, incluant l'aragonite et parfois la calcite, l'hydromagnésite ($Mg_5(CO_3)_4(OH)_2 \bullet 4H_2O$), et de manière intéressante, une phase silicatée authigène, faiblement cristallisée, riche en magnésium, et parfois en fer et manganèse et interprétée comme un type de talc de basse température. Cette phase préserve particulièrement bien les morphologies des microorganismes dans les microbialites. Une description plus fine des textures des phases minérales et des caractéristiques chimiques des fossiles a été faite par la combinaison du Focused Ion Beam, de la microscopie électronique à transmission et de la microscopie X synchrotron qui a apporté des informations sur la spéciation du carbone à nano-échelle. Ces analyses pétrologiques suggèrent que le talc pourrait en partie résulter d'un processus de biominéralisation et pourrait jouer un rôle important dans les premières étapes de fossilisation des microorganismes.

Enfin, des remises en culture des microbialites au laboratoire nous ont permis notamment de mettre en évidence une diversité de processus de biominéralisation des carbonates de calcium par des cyanobactéries (Couradeau et al., 2013 ; Gérard et al., 2013), notamment un nouveau processus intracellulaire (Couradeau et al., 2012). L'importance de ces processus dans les microbialites actuels et anciens sera discutée.

Couradeau E. et al. (2012) An early-branching microbialite cyanobacterium forms intracellular carbonates. Science, 336, 459-462.
E. Gerard et al. (2013) Three-dimensional Raman and fluorescence imaging reveal specific carbonate-microbe interactions in modern microbialites. *ISME J. In press*
E. Couradeau et al. (2013) Cyanobacterial calcification in modern microbialites at the submicrometer-scale. *Biogeosciences*, *in press*

# PROCESSUS HYDRO-SEDIMENTAIRES DU MASCARET : MODELISATIONS PHYSIQUE ET NUMERIQUE

Adrien BERCHET[(1)], Bruno SIMON[(2)], Lucille FURGEROT[(3)], Antoine BEAUDOIN[(1)], Germain ROUSSEAUX[(1)], Serge HUBERSON[(1)], Ludovic CHATELLIER[(1)], Lionel THOMAS[(1)], Sébastien JARNY[(1)], Damien CALLUAUD[(1)], Laurent DAVID[(1)], Bastien CAPLAIN[(2)], David REUNGOAT[(2)], Hubert CHANSON, Stéphane GLOCKNER[(2)], Pierre LUBIN[(2)], Frédéric MURZYN, Bernadette TESSIER[(3)], Dominique MOUAZÉ[(3,@)]

(1) Institut Pprime, CNRS UPR 3346, 11 Bd Marie et Pierre Curie, Futuroscope 86962, France
(2) I2M, UMR CNRS 5295, Université Bordeaux 1, 16 avenue Pey-Berland, 33607 Pessac Cedex
(3) M2C, UMR CNRS 6143, Université de Caen Basse-Normandie, 24 rue des Tilleuls 14000 Caen,
(@) dominique.mouaze@unicaen.fr

L'objectif de ce projet national (ANR Mascaret) est de mieux comprendre le phénomène du mascaret, ses conséquences et sa sensibilité aux différents paramètres entrants. Ce processus est étudié de manière expérimentale (tant sur le terrain qu'en laboratoires) et numérique en tant que processus physique complexe. Trois aspects essentiels des mascarets sont abordés avec cette approche couplée:

1. la turbulence ;
2. la capacité de mise en suspension et de mélange du phénomène ;
3. l'importance relative suivant le type de mascaret (ondulé ou déferlant) sur l'érosion des berges, du lit, ainsi que les dépôts.

Des simulations numériques 2D de mascarets ondulés ont été réalisées à partir des données forçantes expérimentales (canal à courant muni d'une guillotine pour générer le bore). Des résultats novateurs ont été obtenus concernant l'écoulement global dans la colonne d'eau. En effet, la simulation montre des zones de recirculation sous les creux de l'onde (structures cohérentes) et des zones de forte inversion du courant sous les crêtes qui ont été observées récemment en laboratoire. L'évolution de la surface libre est bien reproduite. Une analyse des données montre l'apparition d'un fort cisaillement près du fond contrairement à d'autres phénomènes similaires d'onde positive tels que la rupture de barrage. De plus, il est observé que la configuration initiale de l'écoulement semble avoir un effet important sur l'hydrodynamique dans la colonne d'eau (contrairement à la surface libre). Certaines configurations induisent une inversion complète de la vitesse de l'écoulement sous la crête de la vague alors que d'autres engendrent seulement une inversion près du fond. Près du lit, la comparaison avec les données expérimentales reste limitée, car toute la dynamique de turbulence de couche limite n'est pas encore simulée et aurait très probablement un effet sur les résultats de la simulation. La simulation d'écoulement 3D, avec et sans turbulence initiale permettra de vérifier la présence et la sensibilité des zones observées.

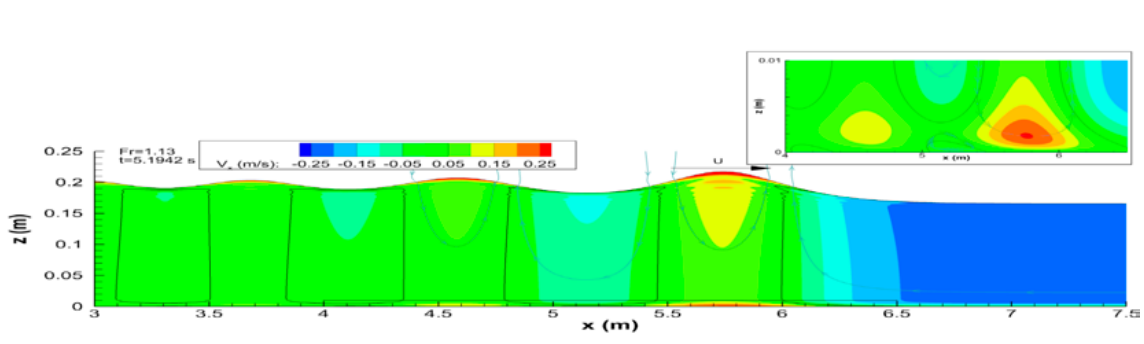



*Figure 1 : Champs de vitesse longitudinale à t=4,15 s sous l'onde dans une partie du domaine numérique avec un zoom à [4;7]×[0;0,01]. Lignes de courants en bleu, lignes noires pour Vx=0*

# PREMIERS RESULTATS DE LA CAMPAGNE IGUANES : MODELES NUMERIQUES DE TERRAIN BASES SUR LES DONNEES BATHYMETRIQUES MULTIFAISCEAUX

Sylvain BERMELL[1, @], Walter R. ROEST [1, @] et l'équipe scientifique IGUANES [2]

(1) Ifremer, Centre de Brest, Institut Carnot Ifremer-EDROME, UR Géosciences Marines, BP 70, 29280 Plouzané
(2) T. Marsset, G. Bayon, C. Cathalot, JC Caprais (Ifremer, Brest), L Loncke, F. Pattier, C. Sotin, B. Hebert (CEFREM, Perpignan), M. Mercier de Lépinay (CEFREM, Perpignan et Total, Paris), JF. Lebrun, B. Marcaillou, A. Heuret (Université Antilles Guyane), L. Droz, D. Graindorge (UBO, Brest), C. Basile (Université Grenoble), A. Maillard (Université Toulouse), E. Poetisi, H. Berrenstein (Université Paramaribo), équipe Genavir.
(@) sylvain.bermell@ifremer.fr

La campagne IGUANES s'est déroulée au large de la Guyane et du Surinam du 29 avril au 21 mai 2013. Elle fait suite à une campagne menée il y a dix ans dans le cadre du programme national EXTRAPLAC pour l'extension du plateau continental selon la Convention des Nations unies sur le Droit de la mer. Les nouvelles données bathymétriques acquises par le N/O L'Atalante avec le sondeur multifaisceaux EM122 permettent la construction d'un modèle numérique de terrain (MNT) avec un pas de 25 m au lieu de 250 m . Cette plus haute résolution permet d'étudier en détail l'expression des rides sédimentaires de surface qui se trouvent le long de la pente continentale, et qui sont très probablement le résultat des forts courants qui suivent les isobathes. Dans cette communication, nous analysons plusieurs cartes dérivées du MNT par l'application de filtres spatiaux qui permettent d'isoler des structures particulières. Ces analyses nous informent notamment sur la longueur, l'amplitude et la longueur d'onde des rides et sur leurs liens avec les pockmarks observés lors de cette campagne. Nous notons en particulier une forte augmentation des amplitudes des rides en aval des pockmarks. Une variation des longueurs d'ondes en fonction de la valeur de la pente est également observée.

# ÉTUDE SÉDIMENTOLOGIQUE DE DÉPÔTS D'ÉCOULEMENTS PYROCLASTIQUES : QUANTIFICATION DE L'ÉROSION DES NUÉES DE L'ÉRUPTION DE 2006 DU TUNGURAHUA (ÉQUATEUR)

Julien BERNARD[1,@], Jean-Luc LE PENNEC[1], Karim KELFOUN[1], Silvia VALLEJO[2]

(1) Laboratoire Magmas et Volcans, UBP – CNRS – IRD, 5 rue Kessler, Clermont-Ferrand, France
(2) Instituto Geofísico – Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador
(@) j.bernard@opgc.univ-bpclermont.fr

Les écoulements pyroclastiques (ou « nuées ardentes ») sont composés d'un mélange de particules et de gaz à plus ou moins haute température et représentent l'un des phénomènes volcaniques les plus dangereux qui soient, menaçant les populations vivant au pied de nombreux volcans autour du monde (par exemple : Merapi, Colima, Arenal).

Parmi les caractéristiques majeures de ces écoulements, leur étonnante mobilité (certains écoulements peuvent parcourir plusieurs dizaines de kilomètres sur des pentes très faibles) est encore mal comprise. Des recherches récentes suggèrent que les écoulements pyroclastiques peuvent accroitre leur mobilité (et donc la menace associée) en augmentant leur masse par incorporation de matériel solide (qualifié ici de non-juvénile) au cours de leur mise en place (ex : Charbonnier et Gertisser, 2011). Les proportions de matériel entrainé sont cependant mal connues car difficiles à déterminer au sein des dépôts.

Afin de mieux cerner cette problématique et ainsi de mieux estimer l'aléa associé, nous avons choisi comme cible les dépôts d'une série d'écoulements pyroclastiques mis en place lors du paroxysme de l'éruption de 2006 du volcan Tungurahua en Équateur. Les dépôts sont aujourd'hui entaillés par de profondes ravines et permettent d'avoir accès à des coupes stratigraphiques complètes et continues de l'ensemble de la séquence pyroclastique. Une méthodologie originale, basée sur l'échantillonnage numérique des dépôts, l'analyse d'images haute résolution et des techniques de déconvolution 2D – 3D, a permis d'évaluer la granulométrie et les proportions de matériaux non-juvéniles inclus dans ces dépôts et ainsi d'estimer des taux d'érosion. La densité des dépôts a aussi été mesurée afin de convertir les volumes en masses. Huit différents sites d'échantillonnages ont été analysés, depuis la zone où commence la sédimentation (~3300 m a.s.l.) jusqu'à la base du volcan (~1800 m a.s.l.), mettant en lumière les variations latérales de faciès pouvant être interprétées en termes de dynamique de sédimentation/érosion des écoulements. Les résultats montrent que les produits sont grossiers (médiane vers -3 à -5 $\phi$ en fonction du faciès), que près de 40% des dépôts sont composés de matériel non-juvénile et que l'érosion a lieu principalement sur les parties hautes du volcan.

Ces résultats ont ensuite été intégrés à un code numérique de modélisation (VolcFlow, Kelfoun et Druitt, 2005) afin 1) de tester différents paramètres pouvant jouer sur le potentiel érosif des écoulements pyroclastiques et 2) d'évaluer leur impact sur la mobilité de ces écoulements. Les résultats obtenus numériquement ont été comparés aux données acquises sur le terrain afin d'évaluer leur pertinence. Il apparait que les écoulements pyroclastiques érosifs modélisés peuvent présenter un gain de mobilité non-négligeable, qui devrait être pris en compte lors de l'évaluation des aléas associés.

Références :

Charbonnier, S. J. & R. Gertisser, 2011 – Sedimentology 58 (6)
Kelfoun, K & T. H. Druitt, 2005 – Journal of Geophysical Research 110

# SOURCES ET ÉVOLUTION SPATIO-TEMPORELLE DES HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES DANS LES SÉDIMENTS DU BASSIN VERSANT AMONT DE LA LOIRE, DE LA SOURCE À NEVERS

Olivia BERTRAND[(1,@)], Elie DHIVERT[(1)], Leslie MONDAMERT[(2)], Jérôme LABANOWSKI[(2)], Cécile GROSBOIS[(1)], Xavier BOURRAIN[(3)], Marc DESMET[(1)]

(1) GéHCO EA6293- Géohydrosystèmes continentaux, Université de Tours, Faculté des Sciences et Techniques, Parc de Grandmont, 37200 Tours.
(2) IC2MP UMR7285- Institut de Chimie des Milieux et Matériaux de Poitiers, Université de Poitiers, 4 rue Michel Brunet, 86022 Poitiers Cedex.
(3) Agence de l'Eau Loire Bretagne, 9 avenue Buffon, CS 36339, 45063 Orléans Cedex 2
(@) olivia.bertrand@univ-tours.fr

Dans le contexte des objectifs définis par la Nouvelle Directive Cadre Européenne, il s'avère indispensable d'établir un état des lieux de la contamination des substances définies comme prioritaires dans le bassin versant de la Loire, le plus grand système hydrographique français (117 800 km²). Parmi ces micropolluants, 16 hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sont présents sur la liste des polluants prioritaires de l'US-EPA, de l'OMS et de l'UE. Le bassin versant de la Loire connaît de fortes pressions environnementales, responsables d'apports conséquents en micropolluants organiques, au travers des effluents industriels et/ou de retombées atmosphériques. Plus particulièrement, l'exploitation du charbon (XVIII-XIX$^{eme}$ siècles) des bassins houillers de Saint-Etienne (drainé par le Furan) et de Blancy-Montceau (drainé par l'Arroux) a entraîné le développement d'une vaste région industrielle en Loire amont. Dans un souci d'amélioration et de gestion durable de la ressource en eau, cette forte pression anthropique soulève des questions quant à la détérioration de la qualité environnementale de la Loire amont. Cette étude porte donc sur la caractérisation et la distribution spatio-temporelle des 16 HAP soumis à réglementation dans les sédiments de surface de la Loire amont. Entre 2005 et 2010, 18 stations ont fait l'objet d'un suivie réglementaire par l'Agence de l'eau Loire-Bretagne, de la source de la Loire jusqu'à Nevers. Les plus faibles concentrations sont observées tout en amont du bassin versant (PK > 930 km ; Σ16HAP ~ 590 µg/kg). A l'opposé, les teneurs les plus importantes sont enregistrées dans les sédiments de surface en aval du Furan (Σ16HAP ~ 7250 µg/kg), plus en aval au niveau du barrage de Villerest (Σ16HAP ~ 3570 µg/kg) et en aval de la confluence avec l'Arroux (Σ16HAP ~ 2590 µg/kg). L'utilisation des rapports de HAP (ANT/(ANT+PHE); FLT/(FLT+PYR); BaA/(BaA+CHY) et IcdP/(IcdP+BghiPL)) ont, en outre, permis de déterminer des HAP principalement pyrolytiques, originaires de la combustion incomplète de matière organique de type herbe, bois et charbon. En aval du bassin versant, entre la confluence de l'Arroux jusqu'à Nevers, la signature des HAP pyrolytiques présentent les caractéristiques d'une combustion de type moteurs à essence et/ou diesel. Cette cartographie spatiale de la contamination en HAP dans les sédiments du bassin versant amont de la Loire sera comparée à l'étude d'une archive sédimentaire prélevée dans le lac de barrage de Villerest. En effet, alors que les données de la qualité des sédiments de fond de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne se révèlent riches d'informations sur la période la plus récente (2005-2010), elles s'avèrent insuffisantes pour établir une chronique historique des contaminations organiques et de leur évolution. Les datations préliminaires de cet enregistrement sédimentaire au $^{210}$Pb et au $^{137}$Cs ont montré la présence de plus de 30 ans de sédimentation, ponctué par des épisodes de crues. En ce sens, l'étude de cette archive sédimentaire permettra d'établir une référence historique de la bonne qualité des sédiments de surface de la Loire et de son évolution en fonction de la nature des sédiments et des conditions hydrologiques.

# ÉVOLUTION GÉOMORPHOLOGIQUE DU MASSIF ARMORICAIN : UNE SURFACE D'APLANISSEMENT CRÉTACÉE DÉGRADÉE SOUS CLIMAT TROPICAL JUSQU'AU MIOCÈNE SUPÉRIEUR

Paul BESSIN[1,@], François GUILLOCHEAU[1], Cécile ROBIN[1],
Hugues BAUER[2], Jean-Michel SCHROËTTER[3]

(1) Géosciences Rennes - UMR 6118, 263 avenue du Général Leclerc, 35042 Rennes cedex
(2) BRGM, 3 avenue Claude Guillemin, 45100, Orléans
(3) Direction Régionale BRGM Bretagne, 2 rue de Jouanet, 35700 Rennes
(@) paul.bessin@univ-rennes1.fr

Le Massif armoricain, domaine réputé pour son socle varisque, ne présente que peu d'archives sédimentaires permettant d'imager son évolution géologique cénozoïque. Son étude géomorphologique a donc été entreprise depuis plus d'un siècle (E. de Martonne, R. Musset, A. Guilcher, A. Meynier, C. Klein, R. Wyns…) afin de déterminer quels sont le relief et la paléogéographie présents en amont de ces systèmes sédimentaires cénozoïques préservés.

En effet, le relief du Massif armoricain est caractérisé par de nombreuses surfaces d'aplanissement, typiques de climats chauds et humides à sub-arides. Ces climats caractéristiques qui affectent le Massif armoricain au cours de l'Eocène puis du Miocène inférieur. Ces surfaces sont parfois associées à différents types de formations superficielles (latérites, silcrètes, argiles à silex, …) et sont par endroits scellées par des dépôts de quatre gammes d'âges différentes :

- des dépôts marins yprésiens à lutétiens;
- des sédiments marins à continentaux bartoniens à rupéliens préservés dans plusieurs grabens;
- des dépôts marins langhiens à serravaliens;
- des sédiments marins à continentaux tortoniens à gélasiens (faluns «redoniens» et «Sables rouges»).

Nous avons réalisé une étude géomorphologique (identification et cartographie) de ces surfaces d'aplanissement ainsi que des altérites et dépôts sédimentaires associés. Une analyse sous S.I.G. de M.N.T. combinée à des contrôles de terrain a permis de produire une carte de ces formes macro-géomorphologique portées par le Massif armoricain.

Au moins trois types de surfaces d'aplanissement, antérieures au changement climatique fini-miocène, peuvent être identifiés. Elles enregistrent un changement de niveau de base global pouvant être la conséquence d'une surrection du Massif armoricain engendrée par la convergence Afrique-Ibérie-Eurasie combinée aux variations eustatiques. Ces surfaces sont de la plus haute à la plus basse :

i) La surface infra-cénomanienne, une surface d'aplanissement surimposée aux altérites du Crétacé inférieur.
ii) Les pédiplaines paléogènes, composées de pédiments portant quelques latérites préservées, des silcrètes et calcrètes et scellés par des dépôts bartoniens.
iii) Les pédiplaines et pédiments néogènes, moins altérés et scellés par des dépôts langhiens à serravaliens.

Ces surfaces d'aplanissement sont ensuite incisées, tout d'abord par le système des «Sables rouges» tortoniens à gélasiens, puis par le réseau hydrographique actuel, depuis sa mise en place au Pléistocène inférieur.

# RE-EVALUATION OF SEDIMENTATION PATTERNS AT BAHAMIAN CARBONATE SLOPES (CRUISE M95)

Christian BETZLER[1,@], Sebastian LINDHORST[1], Thomas LÜDMANN[1], John REIJMER[2], Gregor EBERLI[3], Jürgen MÖBIUS[1], M95 Shipboard Scientific Party

(1) Institute of Geology, Hamburg University, Bundesstr. 55, 20146 Hamburg, Germany
(2) Faculty of Earth and Life Sciences, VU University, De Boelelaan 1085, 1081 Amsterdam, The Netherlands
(3) Center for Carbonate Research, RSMAS, 4600 Rickenbacker Causeway, Miami, FL 33149, USA
(@) christian.betzler@uni-hamburg.de

A renewed reconnaissance of the Bahamian carbonate slopes with an integrated approach encompassing hydroacoustic measurements (Parametric Sediment Echosounder, Multibeam, Acoustic Doppler Current Profiler), multichannel seismics, sedimentological sampling and CTD measurements has been performed during the Meteor Cruise M95-CICARB along the western slope of Great Bahama Bank (GBB) and the eastern slope of Cay Sal Bank (CSB). The new data allow us to re-evaluate and sharpen the established models for carbonate platform slope facies distribution and slope geometry. Slope facies of the carbonate banks are not arranged into sediment-texture controlled and depth-dependant facies belts, but in a pattern controlled by the interplay of shallow-water input, succeeding sediment sorting as well as redistribution and erosion processes. This significantly deviates from facies patterns established in the literature. The following facies could be distinguished along the GBB to CSB transects: (1) At the foot of the steep submarine cliff seawards of GBB edge, there is a 300 m broad and up to 30 m deep moat with a complex shape; (2) Basinward, this moat passes over into a sediment wedge which consists of carbonate sands with peloids and *Halimeda* flakes in its proximal part and of muddy carbonate sands further down the slope. The surface of the sediment wedge is covered by a complex system of up to 3 m high mud waves, dissected by broad and flat channels; (3) Towards the toe of slope, the sediment wedge thins out and a facies with coarse-grained sands with abundant lithoclasts occurs; (4) In the central part of the Santaren Channel, there is a major confined drift body; drift sediments are dominated by calcareous ooze rich in components derived from the neritic carbonate factory; (5) The flank of CSB is either covered by plastered drifts with dominantly muddy sediments or by a basinward-thickening wedge of carbonate sands, depending on the exposure of the slope to currents; (7) Deep-water coral reefs occur at locations of the Santaren Channel, were bottom currents winnow the sea floor. Multichannel seismic data allow us to trace this facies pattern back in time.

# LES GAUSSIENNES SEUILLÉES ET LEURS DÉRIVÉES

Hélène BEUCHER[1,@] et Didier RENARD[1]

(1) MINES ParisTech, Centre de Géosciences, 35 rue Saint Honoré, 77 305 Fontainebleau, France
(@) helene.beucher@mines-paristech.fr

Parmi les méthodes de simulations stochastiques de milieux sédimentaires, celle des Gaussiennes seuillées permet d'obtenir une grande variété de structures présentant des agencements divers. Cette méthode, basée sur un petit nombre de paramètres, s'est enrichie au fil du temps pour tenir compte de contraintes supplémentaires ou pour reproduire des dépôts résultant de phénomènes complexes.

Initialement développée pour reproduire un dépôt sédimentaire « simple » pour lequel les classes de lithofaciès choisies sont ordonnées (transformation d'une seule fonction aléatoire gaussienne par des seuillages qui sont fonction des proportions des classes de lithofaciès), cette méthode a été utilisée pour reproduire des dépôts plus complexes pour lesquels les faciès se regroupent par familles que l'on peut associer à des processus différents (à l'aide de deux fonctions aléatoires gaussiennes sous-jacentes corrélées ou non (figure a). L'ensemble des paramètres de cette méthode qui traduisent la structure spatiale de la répartition des faciès (variogramme des gaussiennes sous-jacentes), leurs proportions (séquence des dépôts), leur agencement relatif (schéma de seuillage) suffisent dans de nombreux cas à reproduire les caractéristiques de nombreux réservoirs.

Cependant, suivant les caractéristiques recherchées, ces simples paramètres ne suffisent plus. Pour répondre à des formes particulières, il faut jouer soit sur les caractéristiques des fonctions gaussiennes sous-jacentes (figure c) soit sur le seuillage (figure b). Ainsi pour reproduire des « roll front » (dépôts orientés) (voir figure d) le seuillage a été effectué sur des gaussiennes ombrées. Une autre structure peut être reproduite en choisissant des seuillages liés à des probabilités de transition entre classes (figure e et f).

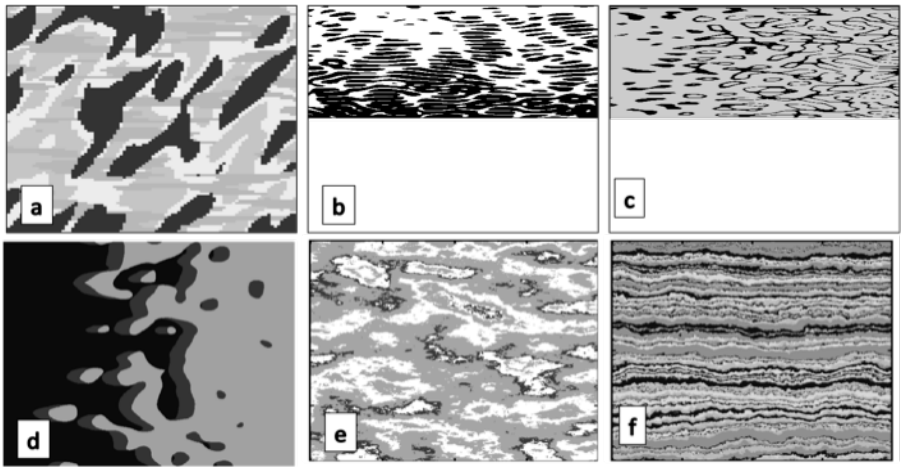



Figure. *Exemples de réalisations obtenues par la méthode des gaussiennes seuillées et leurs dérivées a) plurigaussiennes, b) monogaussienne et seuillage glissant, c) gaussienne avec structure variable, d) gaussienne ombrée, e)seuillage probabilisé, f) substitution.*

Bibliographie

Armstrong, M., Galli A.G., Beucher H., Le Loc'h G., Renard D., Doligez B., Eschard R., and Geffroy F. (2011). *Plurigaussian Simulations in Geosciences*, 2nd ed. Springer, Berlin, Germany

# ARCHITECTURE INTERNE PAR GÉO-RADAR (GPR) DE LA PLAINE DE BEACH RIDGES, MIXTE SABLES-GALETS, DE MIQUELON-LANGLADE (N-O, ATLANTIQUE)

Julie BILLY[1,@], Nicolas ROBIN[1], Raphael CERTAIN[1], Christopher HEIN[2,3], Duncan FITZGERALD[3], Serge BERNE[1]

(1) CEFREM UMR 5110, Université de Perpignan Via Domitia, 52 Av. Paul Alduy, 66860 Perpignan Cedex, France
(2) WHOI, Dept of Marine Chemistry and Geochemistry, Woods Hole, MA 02543, USA
(3) Department of Earth Sciences Boston University, Boston, MA 02118, USA
(@) julie.billy@univ-perp.fr

Les '*beach ridges*' sont des entités présentes sur les côtes de tous les continents et marquent les différentes positions du trait de côte au cours du temps. Leur formation est fonction des conditions climatiques (vents, tempêtes,…), marines (niveau de la mer, houles…), isostatiques et des apports sédimentaires. Ainsi les *beach ridges* peuvent être composés de sables fins à grossiers, de galets ou un mélange des deux. Cependant, les systèmes de *beach ridges* mixtes sables-et-galets sont généralement peu étudiés dans la littérature en comparaison de ceux uniquement sableux.

L'isthme de Miquelon-Langlade (archipel de Saint-Pierre-et-Miquelon), constitué d'un mélange de sédiments sableux et de galets, se localise à l'embouchure du Golfe du Saint-Laurent (Canada), à quelques kilomètres au sud de Terre-Neuve. Cet archipel est influencé par un passé glaciaire, libéré de l'inlandsis Laurentidien vers 14 000 BP.

La vaste plaine de *beach ridges* présente sur l'isthme de Miquelon-Langlade couvre une zone de ~5 km². Cette plaine présente l'originalité d'avoir 2 grands systèmes de *beach ridges* progradants dans des directions opposées : l'un présente une forme concave vers la mer et prograde vers l'Est, et le second est linéaire et prograde vers le Sud-Ouest (*Figure*). L'utilisation combinée des données topographiques (D-GPS), Géo-Radar (4 antennes GPR de 100, 200, 250 et 500 MHz), ortho-photographiques (IGN, 2005) a permis d'identifier 6 unités différentes de *beach ridges* (*Figure B*). De plus, des datations par OSL (Optically Stimulated Luminescence) des grains de quartz permettent de replacer dans un cadre temporel la construction de ces différentes unités de *beach ridges* depuis 4 000 BP. Cette étude permet d'avoir une bonne vision de l'architecture interne de ces corps progradants en contexte périglaciaire, et met en évidence des variabilités avec les schémas de références décrits dans la littérature. De plus les différentes unités attestent d'une variabilité des paramètres forçant au cours de leur formation.

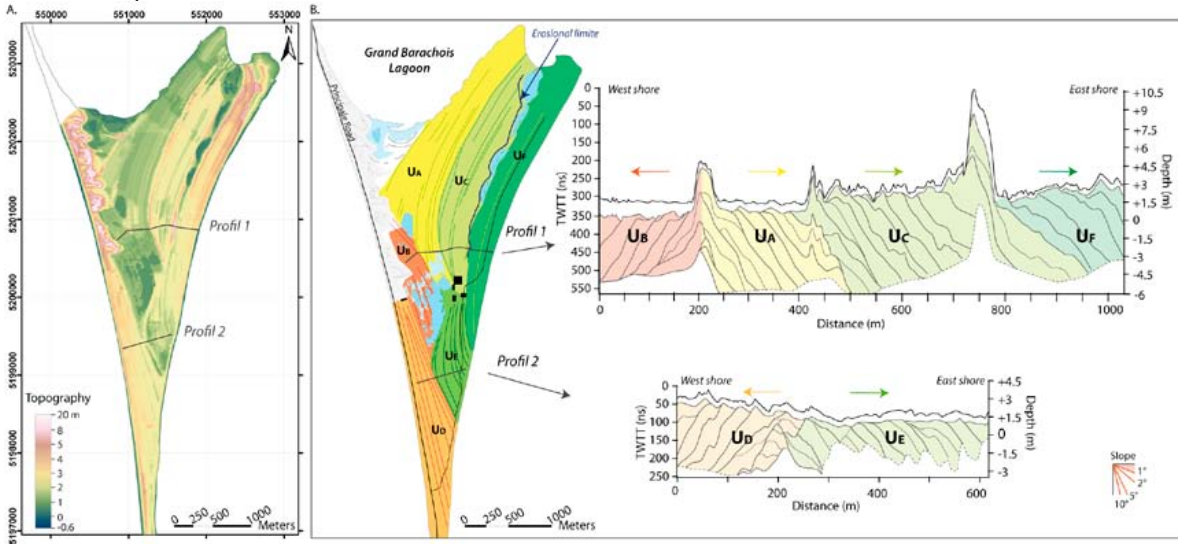



Figure. *A) MNT topographique de la plaine de beach ridge de Miquelon-Langlade. B) Localisation des 6 unités de beach ridges et 2 profils Ouest-Est schématisant les beach ridges en coupe.*

# APPORT DE L'IDENTIFICATION GÉOLOGIQUE DANS L'ÉTUDE DES MONUMENTS

Annie BLANC[1,@], Lise LEROUX[1]

(1) Laboratoire de recherche des monuments historiques, 29 rue de Paris, 77420 Champs-sur-Marne, France
(@) philippe.blanc64@sfr.fr

Les identifications des pierres en œuvre dans un édifice sont un préalable nécessaire à toute restauration. A ce titre, les géologues du LRMH (Laboratoire de recherche des monuments historiques) étudient les matériaux pierreux mis en œuvre dans les monuments et objets protégés au titre des monuments historiques, d'une part en les identifiant, et d'autre part en analysant leur comportement vis à vis des agents extérieurs (environnement, pollution, techniques de nettoyage, produits de conservation,…). Un travail réalisé en équipe avec les architectes ou les restaurateurs, permet aux praticiens d'adapter les techniques de conservation/ restauration aux natures des pierres et de proposer les méthodes les plus pertinentes.

L'identification des matériaux en œuvre, assortie tant que possible d'une cartographie, apporte par ailleurs une meilleure connaissance des bâtiments et de leur construction.

Les méthodes utilisées pour procéder à l'identification peuvent être très simples, ou au contraire nécessiter des processus analytiques plus élaborés (analyses isotopiques, cathodoluminescence,…). Pour ce, la lithothèque du LRMH, riche de près de 6000 échantillons provenant de carrières anciennes ou en activité, ainsi que de monuments et œuvres, constitue un outil de référence.

La présentation de quelques cas d'étude montrera les intérêts tant archéologiques que techniques, de procéder à l'identification des pierres en œuvre. La problématique de l'identification des pierres et des roches décoratives retrouvées au cours de fouilles, permettant aux archéologues d'estimer la richesse des bâtiments détruits, sera en particulier abordée au travers d'un dernier exemple.

Carrières et constructions en France et dans les pays limitrophes (1991) - Actes 115e Congr. nat. Soc. Sav., Avignon, avril 1990, CTHS Ed., 464 p.
Carrières et constructions en France et dans les pays limitrophes (1993) - Actes du 117e Congr. nat. Soc. Sav., Clermont-Ferrand, octobre1992, CTHS Ed., 513 p.
Carrières et constructions (1996) - Actes du 119e Congr. nat. Soc. Sav., Amiens, octobre 1994, CTHS Ed., 524 p.
BLANC Ph. (1999) - Quantification de la cathodoluminescence des marbres blancs et de leurs minéraux accessoires. In Actes de la conférence internationale ASMOSIA IV – Archéomatériaux - Marbres et autres roches, Bordeaux, 9-13 octobre 1995, M. Schvoerer Ed., p. 45-54.
HERZ N. (1987) - Carbon and oxygen isotopic ratios : classical Greek and Roman marbles, Archaeometry, vol.29, p.35-43.
LEROUX L. et BLANC A. (2008) - La pierre de Paris sur les portails des cathédrales de Chartres, d'Auxerre et de Sens, In Actes du colloque international « Pierres du patrimoine européen - Économie de la pierre de l'antiquité à la fin des temps modernes », Château-Thierry, 18-21 octobre 2005, CTHS/Patrimoine vivant Ed., p. 87-95
POMEROL Ch. coord. (1992) - Terroirs et Monuments de France, BRGM Ed., 368p.

# MODELLING APPROACH TO PREDICT FACIES-TEXTURE-POROSITY INTERDEPENDENCE IN A PARTIALLY DOLOMITISED LOWER CRETACEOUS PLATFORM (BASQUE CANTABRIAN BASIN, SPAIN)

Silvia BLAZQUEZ-FERNANDEZ[1,2], Ignacio LOPÉZ-CILLA[1, 2], Marta GASPARRINI[1,@], Idoia ROSALES[2], Olivier LERAT[1], Brigitte DOLIGEZ[1], Javier MARTÍN-CHIVELET[3]

(1) IFP Energies nouvelles, 1 & 4 Avenue de Bois-Préau, 92852 Rueil-Malmaison, France
(2) IGME, La Calera 1, 28760 Tres Cantos, Madrid, España
(3) Universidad Complutense de Madrid, C/José Antonio Novais 12, 28040 Madrid, España.
(@) marta.gasparrini@ifpen.fr

The quality evolution of carbonate reservoirs may strongly depend on depositional environments and associated facies with their intrinsic textures and primary mineralogy. These syn-sedimentary parameters may induce different early diagenetic evolutionary paths, which in turn are commonly reflected in the distribution of burial diagenetic overprints. This study contributes to the growing need in developing modelling approaches which take into account the interplay between syn-sedimentary features and subsequent diagenetic events, in order to better predict the overall distribution of reservoir heterogeneities.

The present contribution illustrates a complete modelling workflow on a partially dolomitised carbonate platform: from field and sub-surface data acquisition (stratigraphic logs and facies analysis) to the construction of a geometrical model and from statistical characterization of sedimentary and diagenetic constraints (using a log processing tool for well data treatment) to their geostatistical modelling (using advanced geological property grid algorithms).

The case-study consists of a Lower Cretaceous shallow carbonate platform from the Basque Cantabrian Basin (Spain), where a widespread burial dolomitisation occurs. Previous studies suggested that the burial dolomite occurrence is controlled by depositional facies and their modifications after early meteoric diagenesis. Nineteen carbonate facies were distinguished, and grouped according to the dominant texture. They are characterized by various degree of dolomitisation and different pore types and abundance.

Depositional facies were grouped in five environments: restricted and open inner platforms, shoal, transitional platform and outer platform. Two depositional sequences corresponding to transgressive-regressive cycles were recognized. The study focussed on the regressive phase of the first sequence and the transgressive phase of the second one. Three stages of the platform evolution were distinguished and are characterized by a different distribution of facies and environments.

The statistical data treatment indicates that the dolomitisation is concentrated in the regressive part of first sequence, corresponding to the second stage of the platform evolution. The most dolomitised environments are the inner platforms and the shoal. The pore abundance displays a direct proportionality with the degree of dolomitisation: pores are most abundant in fully dolomitised portions of the succession and particularly in the grain-dominated facies.

For modelling purposes, several diagenetic association rules were elaborated; they allow to associate to each depositional environment, in each of the three platform stages, different proportions of dolomitisation and related pore abundance.

The grid used for the geostatistical simulation was vertically divided into three units, corresponding to the three stages of the platform evolution. The simulation and distribution of the depositional environments were achieved using a plurigaussian algorithm, constrained with the six studied stratigraphic logs. Diagenetic constraints simulations (degree of dolomitisation and pore abundance) were done independently, using a nested algorithm, where each diagenetic imprint is simulated within each depositional environment, based on the association rules previously defined.

# LES TRACHYTES DE LA CHAÎNE DES PUYS : UN MATERIAU PRISÉ DURANT L'ANTIQUITÉ ET LE HAUT MOYEN ÂGE

Pierre BOIVIN[1,@], Bertrand DOUSTEYSSIER[2], Didier MIALLIER[3], Laurent ARBARET[4], Sébastien GAIME[5], Fabrice GAUTHIER[5], Jacques ROGER[6]

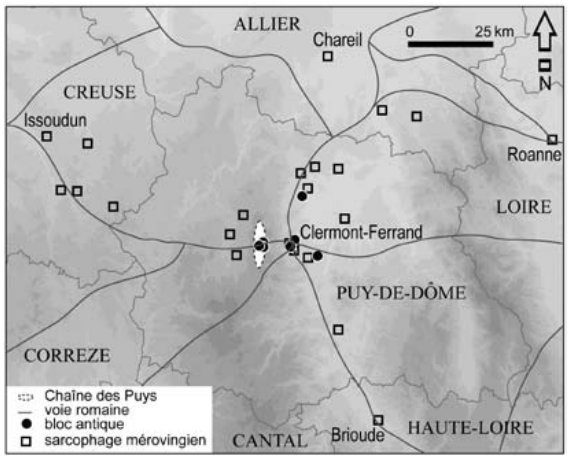
(1) Clermont Université, Université Blaise Pascal, CNRS UMR 6524, IRD, Laboratoire Magmas et Volcans, BP 10448, F-63000 Clermont-Ferrand.
(2) Clermont Université, Université Blaise Pascal, Centre d'Histoire « Espaces et Cultures », Maison des Sciences de l'Homme, 4, rue Ledru, F-63000 Clermont-Ferrand.
(3) Clermont Université, Université d'Auvergne, Laboratoire de Physique Corpusculaire, CNRS/IN2P3, F-63177 Aubière cedex.
(4) Université d'Orléans, Université-CNRS-BRGM, Institut des Sciences de la Terre d'Orléans - UMR 7327, Campus Géosciences, 1A, rue de la Férolerie, 45071 Orléans cedex 2.
(5) Institut National de Recherches Archéologiques Préventives, Rhône-Alpes-Auvergne, antenne de Clermont-Ferrand, 13 Bis Pierre Boulanger, Le Brezet, F- 63017 Clermont-Ferrand cedex 2.
(6) Service Régional de l'Archéologie du Limousin et UMR ARTeHIS 6298, 6 rue Haute de la Comédie, 87036 Limoges Cedex.
(@) P.Boivin@opgc.univ-bpclermont.fr

Il est connu de longue date que certains volcans trachytiques de la Chaîne des Puys - le Sarcoui, le Cliersou et le puy de l'Aumône (ou Grand Suchet) - ont été exploités en carrières pour l'extraction de sarcophages. Les carrières du Cliersou étaient également supposées avoir fourni les blocs pour la construction du temple gallo-romain de Mercure au sommet du Puy de Dôme. Des travaux récents (Miallier *et al*, JAR 2013) ont montré qu'il n'en était rien et que leur source était le cratère Kilian, situé au pied du Puy de Dôme, où une carrière d'environ un hectare a été reconnue.

Dans le cadre de ce travail, une base de données statistique très complète a été établie sur les trachytes de la Chaîne des Puys. Elle comporte leur description macroscopique et microscopique, leur analyse en éléments majeurs et de très nombreuses analyses de leurs phénocristaux.

Cette base a été utilisée pour identifier la provenance d'objets archéologiques réalisés en trachyte et datant des Ier et IIe siècles ainsi que du haut Moyen Âge. Ces objets sont des éléments de construction (blocs, moellons), des sarcophages, des éléments sculptés (statue, moulure, bas relief, autel), des coffres funéraires et des remplois dans des bâtiments plus récents.

La localisation géographique de ces objets montre une bonne corrélation avec les voies antiques. Celle-ci dépasse largement le cadre de la Chaîne des Puys puisque, pour la première fois, nous montrons qu'ils ont été transportés sur des distances de l'ordre de la centaine de kilomètres.




*Provenance des objets en trachyte superposée au réseau des voies romaines principales.*

# L'EXPRESSION DE L'ÉVÉNEMENT ANOXIQUE OCÉANIQUE DU CONIACIEN-SANTONIEN : EXAMPLE D'OLAZAGUTIA (ESPAGNE), DE TEN-MILE CREEK-ARBOR PARK (USA) ET DE GABAL EKMA (EGYPTE)

Brahimsamba BOMOU[1,4,5,@], Thierry ADATTE[1], Eric de KAENEL[2], Jorge SPANGENBERG[1], Brian GERTSCH[3,1] et Karl B. FÖLLMI[1]

(1) Institut des Sciences de la Terre, Université de Lausanne, Unil-Mouline, Geopolis, 1015 Lausanne, Switzerland (bomou@ipgp.fr)
(2) DRP, Matile 51, 2000 Neuchâtel, Switzerland
(3) Earth, Atmospheric and Planetary Science Department, MIT, Cambridge, MA 02139, USA
(4) Présente adresse : UMR-CNRS 6249 Chrono-environnement, Université de Franche-Comté, 16 route de Gray, 25030 Besançon Cedex.
(5) Invité à : Institut de Physique du Globe de Paris, Géobiosphère Actuelle et Primitive, Cuvier - bureau 142 - 1 rue Jussieu, 75238 Paris cedex 05
(@) bomou@ipgp.fr

Le Crétacé est une période jalonnée par de nombreux événements anoxiques océaniques (OAE) globaux. Ils sont caractérisés par des dépôt laminés de sédiments très riches en matière organique qui se sont déposée à large échelle et qui coïncide avec une excursion positive en $\delta^{13}C$. L'OAE du Coniacien-Santonien (OAE 3) est le moins connu de ces événements, et son expression semble être de moindre ampleur comparé à l'OAE 2. En effet, l'OAE 3 s'avère être beaucoup plus dépendant des conditions locales ou régionales, comme le suggère la distribution paléogéographique de ces « black shale ». Ces derniers sont principalement restreints aux bassins équatoriens et sud-Atlantique, ainsi qu'à la « Western Interior Seaway ». Les mécanismes et les conditions paléoenvironnementales conduisant à l'OAE3 sont très peu connus, particulièrement au regard du cycle du phosphore et des changements climatiques.

Dans notre étude, nous nous sommes concentrés sur l'analyse de la minéralogie en roche totale, des argiles, du phosphore, des isotopes du carbone, et de la biostratigraphie pour contraindre les changements du climat et de la productivité. Plusieurs sections de différentes aires paléogéographiques et de différentes paléobathymétries ont été étudiées.

Deux des coupes sont des candidates pour le stratotype de référence de la base du Santonien (GSSP) : Ten Mile Creek-Arbor Park (Texas, USA) et Olazagutia (Espagne). Cette dernière a été ratifiée récemment (Janvier 2013) par la commission internationale de stratigraphie. La dernière coupe a été étudiée à Gabal Ekma en Egypte, et présente de nombreux niveaux riches en matière organique ainsi que d'impressionnantes accumulations d'os et de dent de vertébrés (bone beds). Dans la coupe GSSP d'Olazagutia, l'inocérame *Platyceramus undulatoplicatus*, qui marque la base du Santonien, apparaît bien après la limite Coniacien-Santonien basée sur la biostratigraphie des nannofossiles, et leur première apparition semble être contrôlée par des paramètres environnementaux. Au Texas, plusieurs niveaux de bentonites ont été reconnus en dessous et en dessus de la limite Coniacien-Santonien, permettant ainsi de contraindre un âge géochronologique plus précis.

Basé sur la minéralogie et les indices d'altération, des changements climatiques similaires sont observés sur l'ensemble des sections. Le climat passe ainsi d'une période plus humide à une période plus aride durant le passage Coniacien-Santonien. En Espagne et au Texas, les fluctuations en phosphore total semblent principalement être liés aux changements des apports détritiques contrôlés par le climat, alors qu'en Egypte elles sont dépendantes des conditions anoxiques.

# CALIBRATION DU GÉOTHERMOMÈTRE $\Delta_{47}$ POUR LA CALCITE ET LA DOLOMITE (DE 0 A 300°C): VERS UNE MEILLEURE QUANTIFICATION DE L'HISTOIRE THERMIQUE ET DES PALÉOCIRCULATIONS DES BASSINS

Magali BONIFACIE[1,@], Damien CALMELS[1] , Amandine KATZ[1]

(1) Institut de Physique du Globe de Paris, Equipe de Géochimie des Isotopes Stables, Sorbonne Paris cité, 1 rue Jussieu, 75005 Paris 05
(@) bonifaci@ipgp.fr,

Comprendre la formation et la préservation des hydrocarbures nécessite de connaitre les températures auxquelles se produisent les processus diagénétiques de genèse des hydrocarbures et les circulations de fluides qui peuvent affecter la porosité et la perméabilité des roches réservoirs. Les conditions de température et l'origine des fluides mis en jeu (météoriques, profonds) peuvent être abordées grâce à l'utilisation du géothermomètre $\Delta_{47}$ qui permet de contraindre de manière absolue la température du fluide à partir duquel les minéraux carbonatés se sont formés. En effet, le thermomètre $\Delta_{47}$ repose sur un équilibre interne au carbonate et dépend uniquement de l'abondance des liaisons $^{13}C–^{18}O$ dans la structure des carbonates (e.g., Eiler 2007). La température de formation des carbonates déterminée à partir du $\Delta_{47}$ est totalement indépendante de la composition du fluide à partir duquel le minéral a précipité et permet donc d'en recalculer aisément sa composition ($\delta^{18}O$ du fluide). On peut ainsi apporter des contraintes fortes quant à l'origine des fluides impliqués (e.g., Bristow et al., 2011). Le géothermomètre $\Delta_{47}$ présente donc des promesses inégalées pour reconstruire l'histoire des processus diagénétiques précoces à tardifs. Cependant, ce thermomètre a été jusqu'à présent majoritairement utilisé pour des reconstructions paléoclimatiques et n'était calibré expérimentalement que pour la calcite et pour une gamme de température restreinte (de 1 à 77°C).

Nous présenterons ici les résultats des investigations que nous avons menées à l'IPGP pour élargir le champ d'application du $\Delta_{47}$ dans le contexte des reconstructions de l'histoire diagénétique des bassins sédimentaires. Nous présenterons un jeu de données sur des carbonates naturels et synthétisés en laboratoire à température contrôlées qui nous ont permis de calibrer le $\Delta_{47}$ pour la calcite et la dolomite pour une gamme de température allant de 25 à 350°C. Il est donc aujourd'hui possible de reconstruire avec des précisions inégalées non seulement la température de croissance d'un carbonate (e.g., précisions de l'ordre de ~2˚ en dessous de 50˚C, 3˚ à 100˚C, 6˚ à 160˚C et 12˚ à 300˚C) mais également le $\delta^{18}O$ du fluide à partir duquel il a précipité (précision de l'ordre de 1 à 2‰). Nous illustrerons ce potentiel par des données sur des exemples d'application.

L'ensemble de ces connaissances permet aujourd'hui d'envisager l'utilisation de ce géothermomètre pour reconstruire la température, la source et la nature des fluides à l'origine des transformations diagénétiques.

Références

Bristow, T.F., Bonifacie, M., Derkowski, A. Eiler, J. M. Grotzinger, J.P. 2011 A hydrothermal origin for isotopically anomalous cap dolostone cements from south China, *Nature,* 474, 68-71.

Eiler. J.M., 2007 "Clumped-isotope" geochemistry-The study of naturally-occurring, multiply-substituted isotopologues, EPSL, 262, 309–327

# VARIABILITE DES TRANSFERTS SEDIMENTAIRES VERS L'OCEAN PROFOND A L'ECHELLE MILLENAIRE : LE SYSTEME SEDIMENTAIRE DU VAR

Lucile BONNEAU[(1,2,@)], Stephan JORRY[(2)], Samuel TOUCANNE[(2)], Laurent EMMANUEL[(1)]

(1) Laboratoire Biominéralisations et Environnements Sédimentaires, ISTeP, 75252 Paris
(2) IFREMER, Laboratoire Environnements Sédimentaires, 29280 Plouzané
(@) lucile.bonneau@upmc.fr

A ce jour, très peu d'étude ont mis en évidence l'impact des changements climatiques sur les transferts sédimentaires dans les enregistrements sédimentaires marins. Avec son plateau continental étroit, le système sédimentaire du Var est un site idéal pour l'étude des transferts terre-mer au cours du Quaternaire. Malgré les variations du niveau marin, son « deep-sea-fan » (ride sédimentaire du Var) est resté continuellement alimenté par un canyon directement connecté à l'embouchure du fleuve. L'activité turbiditique récente de ce système, dominée par les courants hyperpycnaux, est étroitement liée aux crues du Var.

Le cadre chronostratigraphique de 3 carottes, longues de 20 mètres, prélevées dans les dépôts turbiditiques de la ride sédimentaire du Var a été établi à haute-résolution. Cet enregistrement met pour la première fois en évidence que les transferts sédimentaires ont pu répondre aux fluctuations climatiques rapides de la dernière période glaciaire (Cycles de Dansgaard-Oeschger). Au cours du stade isotopique marin 3 (MIS3), l'activité turbiditique est maximale pendant les stades climatiques froids et arides (stadials et Heinrich stadials) lorsque le couvert végétal épars favorise une intense décharge sédimentaire du fleuve et, décroit lorsque les conditions interstadiaires s'installent et que le développement rapide de la végétation stabilise les sols (Figure 1). Au moment de l'Heinrich stadial 1, le retrait des glaciers du bassin versant est marqué par une diminution rapide de la fréquence des turbidites associée à une réduction des apports de sédiments en provenance des massifs englacés.

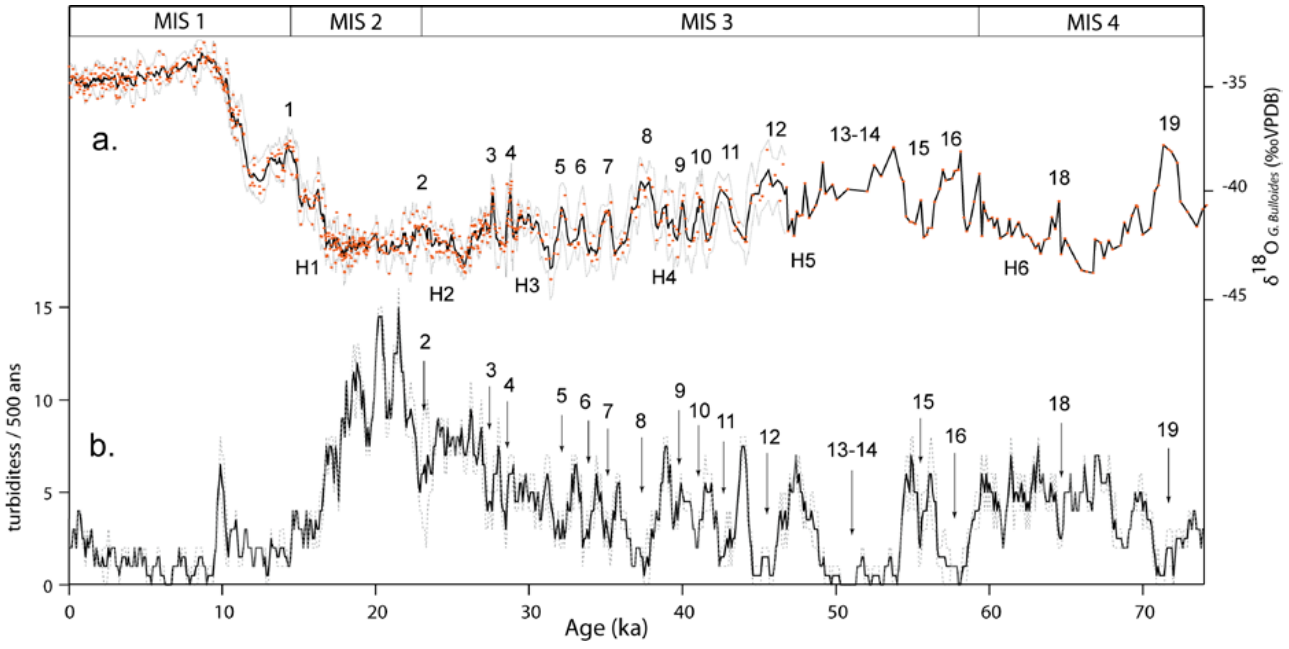



Figure 1. *Corrélation entre la fréquence des turbidites déposées sur la ride sédimentaire du Var (ESSK08-CS13) (b.) et la variabilité climatique enregistrée par l'isotopie de l'oxygène ($\delta^{18}O$) des foraminifères planctoniques (a.) au cours de la dernière période glaciaire.*

# CARACTERISATION DU REMPLISSAGE SÉDIMENTAIRE DE LA PARTIE CENTRALE DU BASSIN DE SIVAS : IMPLICATIONS PALEOGEOGRAPHIQUES DE LA TECTONIQUE SALIFERE

Cédric BONNEL[(1)], Charlotte RIBES[(1,2,@)], Charlie KERGARAVAT[(1,2)], Philippe CRUMEYROLLE[(2)], Guilhem HOAREAU[(1)], Alexandre PICHAT[(1,2)], Jean-Paul CALLOT[(1)] et Jean-Claude RINGENBACH[(2)]

(1) LFC-R, UMR 5150, Université de Pau et des Pays de l'Adour, Pau, France
(2) TOTAL S.A., CSTJF, Pau, France
(@) charlotte.ribes@univ-pau.fr

Le bassin de Sivas, situé sur le plateau Anatolien (Turquie), est un bassin de type « avant-pays » qui se développe sur un dépôt évaporitique, qui permea l'initiation d'une tectonique salifère contrôlant la mise en place de nombreux mini-bassins. Le rajeunissement de ces mini-bassins, vers le nord-est, est lié à la progradation d'un système sédimentaire continental de type distributaire fluviatile *(DFS, e.g. Nichols et Fisher, 2007)* au cours de l'Oligocène, suivi par la transgression d'une formation marine durant le début du Miocène .

Dans ce travail nous documentons la chronologie relative des processus sédimentaires comme des mouvements tectoniques associés au fluage des évaporites, qui contrôlent le remplissage de la partie centrale du bassin de Sivas. La zone d'étude peut être décomposée en plusieurs mini-bassins, qui présentent tous une séquence de remplissage commune au cours de l'Oligocène, caractérisée par une grande séquence progradant, depuis des environnements de playa jusqu'à la mise en place d'un système fluviatile mature de type réseau en tresse  Unités 1 à 4). Le système continental va ensuite rétrograder au Miocène, en réponse à une transgression régionale venant du nord-est (Unité 5).

L'étude sédimentologique et cartographique de ces unités montre de nombreuses variations en terme d'épaisseur, de géométrie et de taille de grains. Les mouvements verticaux liés à la présence d'évaporites exercent un contrôle majeur sur la répartition de ces dépôtscentres, marqué par des processus sédimentaires de déconnexion et reconnexion temporaires et partielle entre les mini-bassins. Ces processus vont être soulignés par la mise en place de grandes séquences de déformation halocinétiques et des surfaces d'érosion localisées sur les bordures des mini-bassins. Il est alors possible d'établir une corrélation entre ces différentes phases de remplissage et les mouvements de bascule des mini-bassins liés au fluage des évaporites.

Cette étude permet de proposer un modèle séquentiel global de mise en place des mini-bassins prenant en compte les variations des apports sédimentaires (régionaux comme locaux), l'impact de la présence d'évaporites ainsi que la structure profonde du bassin, héritée de la mise en place des ophiolites crétacées, qui permettra de discuter l'importance relative de la tectonique salifère sur la paléogéographie de la zone d'étude.

Nichols G.J., Fisher J.A., 2007. Sedimentary Geology, 195 (2007) 75–90.

# RELATION ENTRE STRUCTURES TECTONIQUES ET SEDIMENTAIRES CONTEMPORAINES DES DEPOTS : ETUDE DE CAS (PASSAGE TRIAS-JURASSIQUE, DEVON ET PAYS DE GALLES, UK)

Sandra BORDERIE[(1)], Johann SCHNYDER[(1,@)], Catherine HOMBERG[(1)]

(1) Université Pierre et Marie Curie-Paris 6, ISTeP, UMR 7193, Case 117, 4 place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05, France
(@) johann.schnyder@upmc.fr

Nous présentons l'étude détaillée de plusieurs affleurements du Trias terminal-Jurassique basal du bassin du Wessex et du Pays de Galles (Sud-Ouest Angleterre) qui témoignent d'une succession d'évènements d'instabilité, brutaux, d'origine tectonique. Ces évènements ont généré différents styles de structures sédimentaires et tectoniques: slumps, arrivées massives chenalisées, failles, dykes, niveaux déstructurés, convolutes et antiformes. Les affleurements ont fait l'objet d'une étude sédimentologique (levé banc à banc, observations de lames minces) et structurale (cartographie des affleurements, croquis de détail, mesure des orientations et déplacements des failles, cylindrage des slumps et antiformes). La finesse de l'enregistrement sédimentaire dans ces coupes, ainsi que la qualité de préservation des géométries permettent de caractériser précisément les relations tectono-sédimentaires et les chronologies associées.

À Pinhay Bay (Sud Devon), le White Lias et le Blue Lias connaissent au moins 2 événements brutaux majeurs. Le premier se caractérise par la fracturation hydraulique d'un calcaire micritique, entrainant sa transformation partielle ou totale en une brèche qui s'injecte dans le niveau sus-jacent et se moule sur des petites failles. Le second évènement induit la déstructuration par liquidisation d'un niveau slumpé métrique et la formation d'un grand nombre de failles normales à rejet centimétrique à décimétrique. L'expression de ces failles traduit le contraste rhéologique de la pile sédimentaire. Elles absorbent un décalage vertical des bancs supérieurs (comportement cassant) avec un profil de déplacement traduisant la compétence des bancs préalablement indurés, alors qu'elles contribuent à la déstructuration par étirement du niveau liquéfié. Enfin, elles génèrent à leur aplomb des structures antiformes de type « chapeau de gendarme » dans le Blue Lias. Dans la région de Penarth (Pays de Galles), le Lower Cotham Member enregistre un épisode de perturbation des sédiments, avec l'injection per descensum de dykes gréseux à partir d'un niveau nourricier sus-jacent non induré. Les dykes forment un réseau polygonal ou s'alignent suivant une direction N-S. Cet évènement peut être la signature, dans des sédiments différents, d'un des évènements affectant Pinhay Bay. Toutes les déformations souples, dômes injectifs, failles, slumps, structures de type « chapeau de gendarme » sont de direction N-S. Il en est de même des structures chenalisantes. Préalablement interprétés comme la conséquence d'un tsunami associé à l'impact d'un bolide extra-terrestre (Simms, 2007), nous montrons que ces structures reflètent une pluralité d'événements, que nous interprétons dans ces environnements de plate-forme interne à externe (Hesselbo et al., 2002) comme une succession de séismes, plus ou moins proximaux, au Trias Terminal- Jurassique basal.

Hesselbo, Stephen P., Stuart A. Robinson, and Finn Surlyk. 2004. Sea-level Change and Facies Development Across Potential Triassic–Jurassic Boundary Horizons, SW Britain. *Journal of the Geological Society* 161 (3) (May 1): 365–379.
Simms, Michael J. 2003. Uniquely Extensive Seismite from the Latest Triassic of the United Kingdom: Evidence for Bolide Impact? *Geology* 31 (6) (June 1): 557–560.

# ÉTUDE DE LA SAISONNALITÉ EN ASIE CENTRALE À L'ÉOCÈNE MOYEN : APPORT DE LA SCLÉROCHRONOLOGIE SUR DES COQUILLES D'HUÎTRES

Laurie BOUGEOIS[1,@], Marc de RAFÉLIS[2], Lennart de NOOIJER[3,4], Gert-Jan REICHART[3,4], Florence NICOLLIN[1], Guillaume DUPONT-NIVET[1,3,5]

(1) Géosciences Rennes, UMR 6118, Université de Rennes 1, France
(2) Institut des Sciences de la Terre de Paris - ISTeP, UMR 7193, UPMC, Paris, France
(3) Department of Earth Sciences, Utrecht University, Utrecht, The Netherlands
(4) Royal Netherlands Institute for Sea Research, Texel, The Netherlands
(5) Key Laboratory of Orogenic Belts and Crustal Evolution, Peking University, Beijing, China
(@) laurie.bougeois@univ-rennes1.fr

Le climat asiatique est aujourd'hui caractérisé par une forte dualité entre un climat tropical humide (moussons Indienne et du Sud-Est) et un climat aride en Asie Centrale. Jusqu'à présent la plupart des études se sont focalisées sur les périodes Oligocène-Miocène afin de comprendre l'effet du soulèvement du plateau du Tibet sur le climat de mousson. Au contraire, les rares traceurs climatiques éocènes ne permettent pas encore de comprendre comment se caractérisaient les climats asiatiques à cette époque, lorsque la Proto-Paratethys recouvrait encore une partie du continent asiatique. Dans notre étude, nous nous focalisons sur l'Asie Centrale et cherchons à caractériser la saisonnalité éocène afin de comprendre quand le climat aride s'est établit dans cette région. Les études géochimiques classiques de paléoclimatologie (sur le plancton ou les sédiments par exemples) ne permettent malheureusement pas d'avoir une précision intra-annuelle. Depuis quelques années, le développement des recherches sclérochronologiques étudiant l'évolution de la croissance de tissus carbonatés montrent que cette approche permet d'accéder à des indicateurs climatiques l'échelle de l'année.

Des coquilles d'huîtres de l'Éocène moyen ont été récoltées dans des dépôts marins de la Proto-Paratethys à l'Ouest du bassin du Tarim (Chine). Dans un premier temps, l'analyse sédimentologique et paléontologique des bancs à huîtres nous ont permis de caractériser les environnements de dépôts. La mer dans laquelle les huîtres ont vécu étant partiellement restreinte, le challenge est de distinguer les effets de la température de ceux de la salinité sur la composition chimique des coquilles. Pour cela nous utilisons une approche multi-proxy analysant les isotopes de l'oxygène ($\delta^{18}O$, lié à la température et au $\delta^{18}O$ de l'eau) et le rapport Mg/Ca (thermodépendant) le long d'un transect perpendiculaire aux couches de croissance des coquilles. Cette méthode nous permet de retracer l'évolution de la température et de la salinité sur une vingtaine d'années de vie de l'huître.

Grâce à cette méthode, nous montrons que la Proto-Paratethys était caractérisée par une forte saisonnalité en terme de températures mais également en terme de salinité à l'Éocène moyen. Ces variations peuvent être interprétées comme dues à un climat spécialement aride en été, tandis que d'importantes précipitations avaient lieu en hiver. Étant donné le développement récent des calibrations élémentaires sur les bivalves, les résultats développés ici doivent être pris avec prudence. Cependant, étant en accord avec d'autres données numériques et paléontologiques de la région, les résultats montrés ici attestent de la fiabilité de cette nouvelle approche comme traceur paléoclimatique à très haute résolution.

# CARACTERISATION MINERALOGIQUE ET GEOCHIMIQUE DU PHENOMENE DE KAOLINITISATION: EXEMPLE DU GISEMENT DE TAMAZERT (ALGERIE)

Mechati BOUKOFFA[1,2,@], Nathalie FAGEL[1], Lakhdar BOUABSA[2]

(1) UR Argile, Géochimie et Environnements sédimentaires (AGEs), Département de Géologie, Université de Liège, B18, Allée du 6 Août, B-4000 Liège, Belgique
(2) Laboratoire de Géodynamique et Ressources Minérales (LGRN), Université Badji Mokhtar, BP 12. 23000 Annaba, Algérie
(@) boukoffam@yahoo.fr

Dans le but de caractériser le phénomène de kaolinitisation dans le gisement de Tamazert d'El Milia (NE Algérie), nous avons procédé à la caractérisation minéralogique (diffraction des rayons X, DRX ; spectroscopie infrarouge, FTIR ; Microscopie Electronique à Balayage, MEB), pétrographique (lame minces) et géochimique (Fluorescence de Rayons X, XRF) d'échantillons récoltés selon un profil longitudinal dans le gisement. Les résultats montrent que les profils développés sur des roches mères de lithologies variables mais à dominance gneissiques résultent d'un modèle d'altération météorique classique dans les zones à climat méditerranéen. Le manteau d'altération comprend une succession verticale de 3 couches : 1) un ensemble altéritique ; 2) un ensemble nodulaire et ; 3) un ensemble meuble argilo-sableux. L'analyse minéralogique permet d'identifier comme minéraux principaux du quartz, de la kaolinite, de la muscovite-illite et des feldspaths au sens large (K, Na). Les observations MEB sont conformes aux résultats de la minéralogie et la pétrographie. Les spectres infrarouges montrent les bandes d'absorbances à 3621 $cm^{-1}$, 3697 $cm^{-1}$, 3653 $cm^{-1}$ et 3670 $cm^{-1}$ caractéristiques d'une kaolinite à cristallinité médiocre. Le calcul des bilans géochimiques permet de reconstituer la séquence de lessivage des éléments dans le profil d'altération (K, Si, Ca, Na et Mg). La combinaison des données minéralogiques, pétrographiques et géochimiques démontre que la kaolinite du gisement de Tamazert proviendrait essentiellement de l'altération météorique des minéraux feldspathiques.

**Mots Clés :** Kaolinite, altération, géochimie, minéralogie, Tamazert

**Références :**

1- Sahama A and Rajamani V., 2000. Weathering of gneissic roks in the upper reaches of Cauvery river, South India : Implications to neotectonics of the region. *Chemical Geology,* **166**, 203-223.
2- Novikoff., Tsawlassou G., Gac J. Y. et Tardy., 1972. Altération des biotites dans les arènes des pays tempérés, tropicaux et équatoriaux. *Sci. Géol., Bull.,* **25**(4), 287-305.
3- Nicolas, J., 1956. Contribution à l'étude géologique et minéralogique de quelques gisements de kaolins bretons. *Thèse Sci. Paris, 254P*.

# ASTRONOMICAL CALIBRATION OF THE LATE EOCENE PRIABONIAN STAGE FROM A ~7 MYR-LONG LACUSTRINE RECORD (RENNES BASIN, FRANCE)

Slah BOULILA[1,2,@], Bruno GALBRUN[1], Hugues BAUER[3]

(1) UMR CNRS/UPMC 7193 ISTeP 'Institut des Sciences de la Terre-Paris', Université Paris VI, case 117, 4 place Jussieu, 75252 Paris cedex 05, France.
(2) ASD, IMCCE-CNRS UMR 8028, Observatoire de Paris, UPMC, 77 avenue Denfert-Rochereau, 75014 Paris, France.
(3) BRGM, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, 3 avenue Claude-Guillemin - BP 36009 - 45060 Orléans Cedex 2, France.
(@) slah.boulila@upmc.fr

Geological records and climate modeling have demonstrated that lacustrine environments are sensitive areas to solar radiation change induced by Milankovitch orbital forcing, and that are potential sites to undertake astronomical calibration of the geological timescale. Here we present a ~7 millionyear long lacustrine record spanning the Late Eocene (uppermost Bartonian to Priabonian) to the earliest Oligocene (lower Rupelian) from a drill-core in the Rennes basin (NW France).

High-resolution natural gamma-ray (GR) logging along this time interval shows a strong cyclic pattern, reflecting variations in clay contents driven by lake-level fluctuations. Time-series analysis of the GR shows evidence of Milankovitch cycle bands (precession, obliquity and eccentricity). In particular, the 405 kyr eccentricity cyclicity is documented with the strongest GR amplitudes. Tuning the GR signal to a single 405 kyr periodicity and anchoring the Eocene/Oligocene (E/O) boundary at 33.9 Ma age yield an age of 37.54 Ma for the base of the Late Eocene (Priabonian), and thus provide a minimal duration of 3.64 Myr to the Priabonian Stage. Such estimate is comprised between 3.3 Myr as reported in the previous Geologic Time Scale GTS2004 (Gradstein et al., 2004) and 3.9 Myr provided in the recent GTS2012 (Gradstein et al., 2012). Neither the GTS2004 nor the GTS2012 have used a direct astronomical tuning of the Middle to Early Eocene, while cyclostratigraphic approach constitutes today the backbone of the Cenozoic timescale. Thus, our astronomical calibration of the Priabonian may significantly contribute to bridge the Middle–Early Eocene cyclostratigraphic gap.

In addition, by anchoring our Late Eocene floating timescale at 33.9 Ma (E/O boundary) we have noted a good phase relationship between GR variations and the 405 kyr orbital eccentricity. This is a strong argument for 33.9 Ma age of the E/O boundary, and against the 33.714 Ma age obtained from the Massignano GSSP section in northern Italy.

Gradstein F.M., Ogg J.G., Smith A.G., 2004. A Geologic Time Scale 2004. Cambridge University Press, 589 p.

Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz K., Ogg G., 2012. The Geologic Time Scale 2012. Elsevier, volume 2, 1144 p.

# FLUCTUATIONS ENVIRONNEMENTALES DU TRIAS INFÉRIEUR : ENREGISTREMENT GÉOCHIMIQUE DANS LES MICROBIALITE

Ivan BOUR [1,@], Emmanuelle VENNIN [1], Christophe THOMAZO [1], Arnaud BRAYARD [1], Nicolas OLIVIER [2], Gilles ESCARGUEL [2], Kevin G. BYLUND [3], Jim JENKS [4], Daniel A. STEPHEN [5]

(1) Laboratoire Biogéosciences, UMR-CNRS 6282, Université de Bourgogne, 6 Bd. Gabriel, F-21000 Dijon, France.
(2) Laboratoire de Géologie de Lyon, UMR-CNRS 5276, Université Claude Bernard Lyon1, bât. GEODE, 2 rue Raphaël Dubois, F-69622 Villeurbanne Cedex, France.
(3) 140 South 700 East, Spanish Fork, Utah 84660, USA.
(4) 1134 Johnson Ridge Lane, West Jordan, Utah 84084, USA.
(5) Department of Earth Science, Utah Valley University, 800 West University Parkway, Orem, Utah 84058, USA.
(@) ivan.bour@u-bourgogne.fr

L'extinction de masse de la limite Permien-Trias (~252 Ma) est l'événement biotique le plus sévère à l'échelle terrestre jamais enregistré. Les changements écologiques associés sont souvent attribués à de nombreuses perturbations environnementales (e.g. changements de productivité, acidification, changements redox, eustatisme) qui restent encore mal contraintes.

De nouvelles sections du Trias inférieur dans le bassin ouest des Etats-Unis ont été étudiées dans les massifs de Mineral Mountains, Confusion Range et Pahvant Range. Elles montrent au cours du Trias inférieur une succession de faciès carbonatés bioconstruits à microbialites et métazoaires qui s'inscrivent dans un contexte marin à lagunaire transgressif. Ce travail présente sur une étude chimiostratigraphique utilisant les isotopes du carbone des carbonates, la spéciation minérale du fer et les éléments traces dans le but de mieux contraindre les perturbations du cycle du carbone et les conditions d'oxydo-réduction associés aux dépôts sédimentaires.

L'enregistrement des isotopes du carbone ainsi que des éléments majeurs et traces indiquent une large gamme de variation sur une courte échelle de temps. Le $\delta^{13}C$ v-PDB varie de -5 à 2 ‰ (pour un écart-type de 3,2 ‰) et le rapport $Fe_{HR}/Fe_T$, montre une large gamme de valeur entre 0,1 et 1 entre le Smithien et le Spathien inférieur. Ces variations suggèrent une fluctuation de la concentration en oxygène dans la colonne d'eau et/ou à l'interface eau-sédiments au Trias inférieur. Des environnements de dépôts anoxiques sont enregistrés dès le début du Smithien et à la transition Smithien-Spathien.

De plus, l'étude sédimentologique de ce bassin (cf. abstract Vennin et al.) suggère que les cycles biogéochimiques du carbone et du fer reflètent des variations de la paléo-bathymétrie et la polarité distale-proximale du bassin sédimentaire étudié. L'augmentation de l'occurrence des microbialites (notamment en domaine proximal) est fortement corrélée aux évènements anoxiques suggérant un rétrocontrôle environnemental fort de la quantité d'oxygène dans la colonne d'eau sur les biotopes.

# CONTROLES AUTOGENIQUES ET ALLOGENIQUES SUR L'ARCHITECTURE DELTAIQUE: APPORTS DE LA MODELISATION STRATIGRAPHIQUE 3D

Julien BOURGET[1,@], Tristan SALLES[2], Guillaume DUCLAUX [2],
R. Bruce AINSWORTH[3]

(1) School of Earth and Environment, Centre for Petroleum Geoscience and CO2 Sequestration, University of Western Australia, 35 Stirling Hwy, Crawley, WA 6009, Australia
(2) CSIRO Earth Science and Resource Engineering, North Ryde NSW 2113, Australia
(3) Australian School of Petroleum, University of Adelaide, Adelaide, SA 5005, Australia
(@) julien.bourget@uwa.edu.au

Un nouveau code parallèle 3D géomorphologique et stratigraphique est utilisé pour reconstruire l'architecture stratigraphique d'un delta de bordure de plateforme forme au nord de la marge Australienne durant le Quaternaire terminal (plateforme de Bonaparte, NW Shelf).

Ce système deltaïque se développa initialement au-dessus d'une topographie initiale structuralement complexe et active, formée dans un contexte de collision active entre la plaque Australienne et l'arc de Banda (Timor Sea). Les analyses de données sismiques 2D et 3D sur ce système ont révélées une forte variabilité architecturale « *along - strike* ». Cette dernière semble être contrôlée par la présence de failles actives et/ou de mini bassins inactifs distribués le long de la marge. Elle pourrait également être induite par une migration progressive des chenaux distributaires deltaïques au cours du Quaternaire terminal. En outre, les données disponibles montrent qu' en dépit d'une superficie importante, le delta de Bonaparte est associe a de faibles taux de sédimentation, suggérant des apports sédimentaires limités. Ces derniers sont également suggérés par l'absence de système turbiditique en aval du delta au cours du Quaternaire terminal.

Ces différentes hypothèses sont ici testées avec le modèle « LeCode » développé au CSIRO (Salles & Duclaux, 2012 ; www.lecode.csiro.au). Les résultats ont permis de reproduire une architecture stratigraphique 3D réaliste du delta Quaternaire et permettent de comprendre les mécanismes de forçages externes et internes à son origine.

Le poster présentera également les projets de développement en cours, qui incluent la mise en place du couplage avec des codes de géodynamique (Underwolrd) et de processus côtiers (Swan), ainsi que du développement de techniques d'inversion stratigraphique.

# LAKE OR LAGOON?
# DECIPHERING THE DEPOSITIONAL ENVIRONMENT OF FOSSIL MICROBIALITES

Raphaël BOURILLOT[1,@], Emmanuelle VENNIN[2], Christophe KOLODKA[2], Aurélie PACE[1,3], Anthony BOUTON[2], Christophe DUPRAZ[4], Serge GALAUP[1], Dominique BERNARD[5], Anneleen FOUBERT[6], Thomas DELHAYE[7], Léa PIGOT[1]

(1) EA 4592 Géoressources et Environnement, ENSEGID, 1 allée Daguin 33607 Pessac
(2) Biogéosciences UMR 6282, Université de Bourgogne, 6 Bd Gabriel 21000 Dijon
(3) Université Bordeaux 3, Domaine Universitaire, 33607 Pessac
(4) Department of Marine Sciences, Center for Integrative Geosciences, University of Connecticut, 1080 Shennecossett Road, Groton, CT 06340, USA
(5) Institut de Chimie de la Matière Condensée de Bordeaux, CNRS-UPR 9048, 87 Avenue du Docteur Schweitzer, 33608 Pessac
(6) Unit of Earth Sciences, Department of Geosciences, University of Fribourg, 6 Chemin du Musée, 1700 Fribourg, Switzerland
(7) Microscopy Rennes Imaging Center, Campus Scientifique de Beaulieu, 35043 Rennes Cedex
(@) raphael.bourillot@ipb.fr

Mineralizing microbial mats or microbialites have been and still are key players in Earth's surface and atmosphere evolution. They are currently the subject of intense research because they also constitute one of the most prolific hydrocarbon reservoir rocks. Nevertheless, predicting their stratigraphic architecture and palaeogeography requires an accurate definition of their depositional environment and basin setting. In the absence of diagnostic fossil or sedimentary structure, marine and lacustrine microbialites are almost impossible to differentiate in the fossil record with classical field or petrographic investigations.

This work presents microbialite-dominated platforms from the Messinian of south-eastern Spain. These microbialites developed during the Messinian Salinity Crisis, a time when Atlantic-Mediterranean connexions were possibly closed. The study of microbialites along km-scale outcrops shows a differentiation of microbial structures between low and high-energy depositional systems. Petrographic (CL and fluorescence microscopy) and mineralogic (XRD) investigations indicates that microbial facies result from a balance of direct precipitation and grain trapping and binding. Microbial microstructures are very well preserved locally and have been reconstructed in 3D using micro- and nano- Xray tomography. Perfectly fossilized dolomite bacterial cells, imaged and studied for their chemical composition using SEM and nanoSIMS have great potential for the reconstruction of microbial communities.

However, the connection of these microbial-dominated sedimentary systems to the Atlantic Ocean remains uncertain. To answer this question, we compare our fossil case study to modern marine (Cuba and the Bahamas) and lacustrine (Great Salt Lake) examples. The input of modern physical and chemical parameters in the stratigraphic forward modeling software Dionisos shows a successful predictability of the Messinian microbial deposits at the basin scale.

# MORPHOLOGIES DES BIOCONSTRUCTIONS ALGO-MICROBIENNES ET RÉPONSES AUX VARIATIONS PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX DU GRAND LAC SALÉ, UTAH, USA

Anthony BOUTON[(1,@)], Aurélie PACE[(2,3)], Emmanuelle VENNIN[(1)], Raphaël BOURILLOT[(2)], Christophe THOMAZO[(1)], Guy DÉSAUBLIAUX[(4)], Éric PORTIER[(4)]

(1) Biogéosciences - Université de Bourgogne, 6, Boulevard Gabriel, 21000 Dijon - France
(2) ENSEGID – Institut Polytechnique de Bordeaux, 1, allée Daguin, 33607 Pessac - France
(3) Université Bordeaux 3, Domaine Universitaire, 33607 Pessac - France
(4) GDF-Suez, Direction E&P, 1 pl. S. de Champlain, 92930 Paris la Défense Cedex - France
(@) anthony.bouton@u-bourgogne.fr

Les bioconstructions algo-microbiennes constituent un enjeu majeur puisqu'elles comptent parmi les plus grands réservoirs pétroliers découverts ces dernières années. Cette étude a pour objet d'illustrer les changements de communautés, les variations géométriques et morphologiques des bioconstructions d'origines algaires ou microbiennes au cours de l'évolution du Grand Lac Salé (Utah, USA).

Le Grand Lac Salé constitue un cas d'étude privilégié des microbialithes lacustres modernes. Le lac de Bonneville, lac pluvial ancêtre du Grand Lac Salé, s'est établi aux environ de 30.000 $^{14}$C ans B.P. Ce dernier atteint son extension et sa profondeur maximales il y a 15.500 $^{14}$C ans B.P (≈ 51.000 km² et une profondeur de 275 m - Niveau Bonneville). L'excédent des eaux du lac se déversait alors dans la rivière Snake qui coulait jusqu'à l'Océan Pacifique. Vers 14.500 $^{14}$C ans B.P, une vidange catastrophique, liée à la rupture d'une berge, entraina une chute de près de 110 m du niveau du lac en seulement quelques mois (Niveau Provo). S'en est suivi une phase climatique plus sèche qui participa à une chute plus progressive du niveau du lac ainsi qu'à la fermeture du bassin, lui conférant un caractère endoréique qu'il conserve à l'heure actuelle formant le Grand Lac Salé (≈ 4.000 km² et une profondeur maximale de 10 m).

Cette diminution de la bathymétrie du lac a modifié drastiquement la chimie des eaux, passant d'une eau douce lors des hauts niveaux du lac à des eaux sursalées (150 g/l en moyenne) lors des bas niveaux comme actuellement. Les bioconstructions carbonatés enregistrent les modifications chimiques, passant de communautés algaires formant des tufs en conditions dulçaquicoles, à des communautés dominées par des cyanobactéries formant des microbialithes de macrofabriques (colonnes, encroûtements…) et de mésofabriques diverses (stromatolithes, thrombolithes) en conditions de salinité plus élevée. La répartition spatiale des bioconstructions au cours du temps est également directement dépendante des variations de la bathymétrie et donc de l'extension du Lac de Bonneville / Grand Lac Salé.

*Fig 1 : Encroûtement microbien sur une quartzite Cambrienne (Nord-Ouest d'Antelope Island, Grand Lac Salé, USA)*

# RECHERCHE D'UN EQUIVALENT À LA « PIERRE DE COURVILLE » (LUTÉTIEN, MARNE, FRANCE) POUR LES CHANTIERS DE RESTAURATION DE LA CATHÉDRALE DE REIMS, SITES POTENTIELS ET CONTRAINTES

Claire BOUVY[(1)], Aurélie TURMEL[(1)], Gilles FRONTEAU[(1, @)],
Alain DEVOS[(1),] Céline THOMACHOT-SCHNEIDER [(1)]

(1) GEGENAA, EA3795, Université de Reims Champagne-Ardenne. 2 Esplanade Roland Garros 51100 Reims
(@) gilles.fronteau@univ-reims.fr

Dans le centre du Bassin de Paris, les principales pierres de tailles utilisées pour la construction sont des calcaires du Lutétien. A Reims, la Cathédrale Notre-Dame, notamment, a été bâtie avec l'un de ces calcaires, extrait de la commune de Courville (située à environ 20 km à l'ouest de Reims) et des variétés proches issues des communes environnantes. Les phases successives de restauration de la cathédrale et des autres monuments locaux ont constitué et constituent toujours un besoin en Pierre de Courville. Cette pierre est issue du sommet des bancs du Calcaire grossier local (Lutétien moyen). Il s'agit d'un calcaire (biomicrite, packstone) riche en foraminifères (*Miliolidae* et *Orbitolites complanatus*), à coquilles blanches de mollusques et fragments d'algues calcaires.

En 2005, la fermeture de la dernière carrière a forcé les restaurateurs à utiliser les derniers stocks existants et à se tourner vers d'autres pierres de construction ou même à employer des mortiers de substitution (notamment pour la statuaire). Les pierres utilisées à l'heure actuelle sont d'autres calcaires Lutétien du Bassin de Paris : les pierres de Saint-Pierre-Aigle (Aisne) et Saint-Maximin (Oise) et des essais sont réalisés avec d'autres calcaires (comme la Pierre de Caen par exemple).

L'ouverture d'une nouvelle carrière ou la réouverture d'une ancienne carrière permettrait d'alimenter les restaurations de la Cathédrale. Pour cela, nous avons réalisé une sélection d'une douzaine de sites aériens et souterrains, susceptibles de fournir de la pierre qui aurait des propriétés comparables au Liais de Courville, le banc recherché pour la statuaire. Ces sites ont alors été prospectés afin de confirmer la présence du faciès correspondant à celui recherché et d'établir des critères d'éligibilité à une potentielle remise en exploitation : stabilité des fronts de taille ou des galeries, possibilité d'accès à la ressource.

Le bassin carrier possible identifié comporte en effet une multitude de contraintes d'extraction telles que la faible épaisseur des bancs exploitables, la présence de morts terrains au dessus des couches recherchées, le contexte géomorphologique associé à la fracturation de détente de versants, l'occupation par des parcelles viticoles ou des zones d'intérêt écologique… Ces contraintes limitent très largement le nombre de sites potentiels qui pourraient être à nouveau exploités, voire dans certaines zones, rend déraisonnable tout espoir de remettre en activité une carrière.

Bibliographie

- Turmel A., Fronteau G., C. Thomachot- Schneider, L. Chalumeau, V. Barbin. Sous-Presse. Stone uses in Reims Cathedral: provenance, physical properties and restoration phases. *Geological Society, London, Special Publications*. sous-presse.
- Devos, A., Fronteau G., Lejeune, O., Sosson, C., Chopin, E., and Barbin, V., 2010, Influence of geomorphological constraints and exploitation techniques on stone quarry spatial organisation. Example of Lutetian underground quarries in Rheims, Laon and Soissons areas. *Engineering Geology*, vol. 115. p. 268-275.

# SKELETAL GROWTH DYNAMICS LINKED TO TRACE-ELEMENT COMPOSITION IN SCLERACTINIAN CORALS: A STRONG BIOLOGICAL CONTROL OVER BIOMINERALIZATION PROCESS

Chloé BRAHMI[(1,@)], Christophe KOPP[(2)], Isabelle DOMART-COULON[(3)], Jaroslaw STOLARSKI[(4)], Anders MEIBOM[(2)]

(1) Laboratoire Paleoproxus, Institut de Recherche pour le Développement, UMR IPSL-LOCEAN, 32 avenue Varagnat, 93143 Bondy Cedex
(2) Laboratory for Biological Geochemistry, School of Architecture, Civil and Environmental Engineering, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, 1015 Lausanne, Switzerland
(3) Laboratoire Molécules de Communication et Adaptation des Microorganismes, UMR 7245, Muséum National d'Histoire Naturelle, 63 rue Buffon, 75005 Paris, France
(4) Institute of Paleobiology, Polish Academy of Sciences, ul. Twarda 51/55, PL-00-818 Warszawa, Poland
(@) chloe.brahmi@ird.fr

The micro-structural skeletal growth dynamics of the scleractinian coral *Pocillopora damicornis* was studied with pulsed $^{86}$Sr-labeling and high spatial resolution NanoSIMS isotopic imaging. The $^{86}$Sr-labeling is a new method to label marine biocarbonates based on a concentration enrichment of a minor stable isotope of a trace element that is natural component of seawater, resulting in the formation of biocarbonates with corresponding isotopic enrichments.

Average extension rates for the two basic micro-structural components of the coral skeleton, Rapid Accretion Deposits (RAD) and Thickening Deposits (TD), were compared between different skeletal structures: corallite wall, spines and dissepiments. The RAD, forming the basal part of the dissepiment, were found to form extremely fast compared with RAD and TD in other parts of the skeleton.

Trace element compositions (i.e., Mg/Ca and Sr/Ca ratios) obtained for each micro-structural component reveal the full range of chemical variation on the scale of the individual corallite. The Mg/Ca ratio was found to vary about a factor of 6, from ~2.2 mmol/mol in slow growing ornamental spines to ~13 mmol/mol in the fast forming dissepiment RAD. A positive relationship between Mg/Ca and inferred average extension rate was observed. Sr/Ca, on the other hand, although it varies substantially in the range between ~6.5 and ~9.5 mmol/mol, does not show any relationship with inferred average extension rate, nor does it correlate with the Mg/Ca ratio.

Rayleigh fractionation models are not capable of explaining the trace element variations. Moreover, it is clear that these observed variations in Mg/Ca and Sr/Ca in the skeletal micro-structure are much too large to be explained by a temperature dependency.

The results presented in our study thus necessitate that the coral is capable of controlling its biomineralization activity, including incorporation and distribution of trace elements, with great temporal and spatial precision. Spatial heterogeneity in coral tissue activity should be carefully investigated in the development of biomineralization models for scleractinian corals.

This work was supported by the European Research Advanced Grant 246749 (BIOCARB).

# AMAZONIAN PRE-COLUMBIAN ANTHROSOLS: THE USE OF GEOCHEMICAL ANALYSIS TO DIFFERENCIATE GUIANAN DARK EARTH (GDE) FROM BRAZILIAN DARK EARTH (BDE).

Jeanne BRANCIER[1,@], Dominique TODISCO[2], Cécilia CAMMAS[3], Eric FOUACHE[4].

(1) Université Paris 1-Panthéon Sorbonne, UMR 8215, 3 rue Michelet, 75006, Paris, France;
(2) Département de Géographie, IDEES, UMR 6266 CNRS, Université de Rouen, rue Lavoisier, 76821 Mont-Saint-Aignan, France;
(3) Inrap, UMR 5140, DMOS AgroParisTech, 78850 Thiverval-Grignon, France,
(4) UFR de Géographie et Aménagement, UMR ENeC 8185 CNRS, IUF, Université de Paris-Sorbonne, 191 rue Saint Jacques, 75005 Paris, France.
(@) jeanne.brancier@gmail.com

French Guiana belongs to the northern part of the Amazonian region, which is characterized by the presence of large areas covered by generally infertile soils such as Ferralsols (Oxisols). In the Amazon part of Brazil, thanks to archaeological research, fertile Anthrosols of pre-Columbian origin were found including *terra preta* and *terra mulata*. These Amazonian Dark Earth (ADE) or Brazilian Dark Earth (BDE) are characterized by past occupations remains like potteries or charcoals, and by high amounts of charred organic matter and nutrient stocks. *Terra preta* is most often considered to be associated with important settlements in pre-Columbian Amazonia, while *terra mulata* might be the sign of intensive landscape domestication around living place. The formation of ADE/BDE is thought to take place between the first millennium BC and first millenium AD. In French Guiana pre-Columbian Anthrosols have been found in different geomorphological contexts and for different cultural periods. Up to now, they have not been studied in a geoarchaeological way and the question of "their belonging" to the Amazonian Dark Earth is still asked. It is hypothesized that Guianan Dark Earth (GDE) could contain high amounts of nutrient like Amazonian/Brazilian Dark Earth, but no study has focused on this question yet. In order to characterized GDE, geochemical analysis were performed on Anthrosols coming from two sites from alluvial context (lower Holocene terrace of the Maroni River, Saint-Laurent-du-Maroni region), and two ring-ditch sites from lateritic hills under rainforest (watershed of the Approuague River, Regina region). Geochemical analyses were chosen following the literature about ADE including available and total P, Ca, N, Mg, K, Zn, Mn and CEC. In ADE these nutrients are generally found in higher amount than in surrounding soils. First results reveal that GDE tend to be poor in nutrients and consequently to content less nutrients than ADE/BDE. Because GDE are associated to pre-Columbian occupations in Amazonian context, they could be viewed as specific ADE, even if geochemical differences exist between French Guianan and Brazilian Anthrosols.

# CONTRÔLE DE L'ENVIRONNEMENT SUR LA SEDIMENTATION CARBONATEE RECENTE D'UN LAC DU MOYEN ATLAS (LAC AFOURGAGH, MAROC).

Jean-Gabriel BREHERET[1,@], Sébastien DÉTRICHÉ[2], LHoucine KARRAT[3], Florent HINSCHBERGER[1], Jean-J. MACAIRE[1].

(1) Université François-Rabelais de Tours, EA 6293 GéHCo - Géohydrosystèmes Continentaux, Faculté des Sciences et Techniques, Parc Grandmont, F-37200 Tours.
(2) Université Lille Nord de France, Groupe ISA, Equipe Sols et Environnement, Laboratoire Génie Civil et géo-Environnement Lille Nord de France (LGCgE), EA 4515, 48 bd Vauban, F-59046 Lille Cedex.
(3) Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Faculté des Sciences Dhar Mahraz Fès, Département de Géologie, Faculté des Sciences de Fès-Atlas, Fès, Maroc.
(@) breheret@univ-tours.fr

Le Lac Afourgagh, situé en contexte karstique dans le Moyen Atlas marocain, présente un enregistrement sédimentaire holocène qui constitue un exemple caractéristique d'une sédimentation carbonatée contrôlée par l'environnement. Ce lac peu profond, eutrophe, est alimenté par une nappe relativement enrichie en Mg lequel résulte du lessivage du substratum dolomitique jurassique. Etant épisodiquement confiné, il est caractérisé par des eaux alcalines qui présentent un rapport Mg/Ca variable mais élevé. L'extension maximale des rives du lac coïncide avec un niveau de stabilisation tributaire de l'exutoire. Reposant sur un éventail alluvial essentiellement composé de silt, les sédiments de la terrasse étudiée se sont déposés au cours des derniers 2500 ans. Ces sédiments comprennent quatre principaux faciès illustrant différents milieux depuis le littoral vers les eaux plus profondes : (1) une croûte littorale, (2) des paléosols, (3) des silts palustres et (4) des tufs à charophytes. Dans les parties distales les tufs à charophytes présentent une lamination régulière, rythmée par des microstromatolithes qui se sont développés sur les thalles des algues. La composition minéralogique des carbonates est liée au faciès : alors que les tufs à charophytes sont caractérisés par une teneur élevée en aragonite à côté de la calcite, la croûte littorale est principalement formée de magnésite. Ces particularités sont liées à l'évolution de la chimie des eaux sous l'influence de la prolifération des charophytes durant les étés secs. La précipitation bioinduite des carbonates sur les thalles algaires entraîne progressivement un accroissement dans le rapport Mg/Ca des eaux lacustres, alors que l'évaporation des eaux de la nappe remontée par capillarité sur le rivage engendre la précipitation d'un précurseur de la magnésite, avec pour conséquence la formation de magnésite durant la diagenèse précoce. Ce processus est manifeste pour deux épisodes : la période chaude romaine pour partie, et le début de la période froide médiévale. La minéralogie des carbonates des différentes séquences de dépôt illustre ainsi les fluctuations dans le niveau lacustre et la chimie des eaux sous le contrôle climatique.

DETRICHE, S., BREHERET, J.G., KARRAT, L., HINSCHBERGER, F., MACAIRE, J.J. (2013).- Environmental controls on the late Holocene carbonate sedimentation of a karstic lake in the Middle-Atlas Mountains (Lake Afourgagh, Morocco). *Sedimentology*. DOI: 10.1111/sed.12028.

# ALBERTINE RIFT, UGANDA: DEFORMATION-SEDIMENTATION-EROSION RELATIONSHIPS

Simon BRENDAN[1,2,@], François GUILLOCHEAU[1], Cécile ROBIN[1], Martine BEZ[2], Philippe LAYS[3], Philippe BOURGES[2], Olivier DAUTEUIL[1], Thierry NALPAS[1]

(1) Géosciences Rennes – UMR 6118, Campus de Beaulieu, Bât. 15, 263 av. du Général Leclerc, CS 74205, 35042 RENNES CEDEX
(2) TOTAL E&P, CSTJF, Avenue Larribau, 64000 PAU
(3) TOTAL E&P UGANDA, 6th Floor Course View Towers, Plot 21, Yusuf Lule Road, KAMPALA, UGANDA
(@) brendan.simon@univ-rennes1.fr

The Albertine Rift corresponds to the northern section of the western branch of the East African Rift System which runs over a distance of about 2100 m from Lake Albert in the north to Lake Malawi in the south. Lake Albert basin is considered as a classical half-graben oriented NNW-SSW, with a major northeasterly bounding fault, the Bunia fault system, located along the western shoreline.

Pre-rift stage has started around 12 Ma while major rifting episode is assumed to begin around 8 Ma (Ebinger, 1989; Pickford & al., 1993). Referring to Van Damme and Pickford (2003), a palaeo-lake (Lake Obweruka) existed from 7.5 to 2.5 Ma and covered the entire area of the Albertine Rift during of that period.

This study attempts to characterize the tectono-sedimentary evolution of the rift through time by restoring (1) the kinetic of vertical movements and the subsidence evolution, (2) the geometry and paleo-environments variations of the sedimentary infilling and (3) the geomorphological evolution and associated deformations.

Compilation of field vertical sections and correlations with sub-surface data led to highlight three majors lacustrine flooding events with a maximum occuring between 7 and 8,5 Ma. Comparison with Cenozoic vegetation evolution in tropical Africa (Bonnefille, 2010) confirmed the ages based on molluscs and vertebrates fossils scales (Gautier, 1970; Pickford et al., 1993; Van Damme and Pickford, 2003). Seismic interpretations will help to characterize the 3D geometry of the rift and the relationship between tectonic and sedimentation.

Coupled with these data, identification and characterization of paleo-surfaces allow us to propose a first model of geomorphological evolution which highlights successive weathering and erosional periods since 50 Ma. Around 3 Ma, uplift of a metamorphic basement block (the Ruwenzori Mountains) led to the tearing up of the paleo-lake Obweruka ant to the creation of two local base levels: the Albert and Edward lakes. We assume that present-day scarp is related to a recent final uplift stage causing a regional tilting of the basins between 14 and 12 Ka (Ebinger, 1989; Pickford et al., 1993). It results a reversal of the flow directions in the whole western Uganda and the formation of Lake Victoria.

# ÉVOLUTION GÉOMÉTRIQUE DES DÉPÔTS PALÉOGENES DU BASSIN DE PARIS: LECTURE DES DÉFORMATIONS DE GRANDE LONGUEUR D'ONDE DE L'EUROPE DE L'OUEST

Justine BRIAIS[1,2,@], François GUILLOCHEAU[1], Cécile ROBIN[1],
Eric LASSEUR[2], Olivier SERRANO[2]

(1) Géosciences Rennes, Université Rennes 1 UMR 6118, Campus de Beaulieu, Rennes.
(2) Bureau de Recherche Géologique et Minières, 3 av. Claude Guillemin, 45100 Orléans.
(@) justine.briais@univ-rennes1.fr / j.briais@brgm.fr

Le Paléogène du Bassin de Paris marque la transition entre une phase subsidente (Mésozoïque) et une phase en surrection (Néogène) dans la dynamique de ce bassin intracratonique. Ce bassin situé au nord-ouest de la plaque européenne enregistre d'une part les collisions pyrénéenne et alpine et d'autre part les grands réajustements paléogéographiques relatifs à l'ouverture de l'Atlantique Nord. Au cours de cette grande réorganisation cinématique, liée à la convergence Afrique-Eurasie, diverses phases de plissement sont enregistrées dans le bassin de Paris. Dans ce contexte de faible subsidence, se déposent des systèmes sédimentaires complexes, caractérisés par de faibles taux de préservation, d'importants transits sédimentaires, et de grandes phases d'altérations.

L'objectif est d'identifier les géométries sédimentaires et les réponses syn-sédimentaires aux déformations. Afin de répondre à ces questions, des transects de corrélation de puits ont été réalisés (diagraphies), à haute résolution, selon les principes de la stratigraphie séquentielle.

Une première phase de déformation est enregistrée au Paléocène: elle est marquée par deux discontinuités majeures associées à des lacunes importantes au Danien inf. et au Sélandien. Ce n'est qu'à partir du Thanétien sup. que reprend la subsidence dans la moitié Nord du bassin.

Au Paléocène, l'ensemble du bassin de Paris est affecté par des déformations qui sont de ce fait de grande longueur d'onde. Elles sont, de plus, contemporaines du début du raccourcissement crustal pyrénéen et des inversions des grabens enregistrées en mer du Nord.

L'Yprésien inférieur est également associé à une tectonique active. Les géométries sédimentaires témoignent pour cette période d'une aire de subsidence orientée vers le Nord, au-delà de l'accident de Bray, qui semble être un seuil paléogéographique. La limite Yprésien-Lutétien correspond dans le bassin de Paris, à une surrection et à une érosion majeure identifiée par des géométries en "toplap" sous la surface transgressive du Lutétien. Cette érosion est associée à une lacune de 2Ma, qui est inconnue dans les bassins nord-européens. En revanche, plus à l'Ouest, les premières inversions en Manche sont enregistrées à cette même période.

Au cours du Lutétien supérieur et du Bartonien inférieur, une autre phase de déformation de moyenne longueur d'onde est enregistrée. Les géométries syn-sédimentaires à ces contraintes présentent de fortes variations d'épaisseurs, notamment dans la partie Ouest. Ces déformations ressenties dans le bassin de Paris sont contemporaines des déformations pyrénéennes qui atteignent leur phase paroxysmale à l'Eocène moyen-supérieur.

Les géométries du Bartonien sup. et du Priabonien sont isopaques et révèlent une subsidence homogène. Cette subsidence s'explique dans un contexte distensif qui se manifeste plus à l'Est par l'ouverture du rift ouest-européen. En revanche, des contraintes compressives sont enregistrées à l'Ouest du bassin de Paris (Manche, Angleterre, Mer d'Iroise).

Les corrélations diagraphiques ont permis d'obtenir une image 3D des géométries sédimentaires à l'échelle du bassin. Ces résultats apportent d'une part, une meilleure compréhension de la dynamique d'un bassin en contexte de faible subsidence, et permettent, d'autre part, d'identifier la réponse d'un bassin intracratonique, à des déformations de grande longueur d'onde.

# ORIGINE DE LA STRUCTURATION DE LA PLATE-FORME CARBONATÉE BAJOCIENNE DE L'EST DU BASSIN DE PARIS : APPORT DU COUPLAGE SÉDIMENTOLOGIE/GÉOPHYSIQUE DE SURFACE

Benjamin BRIGAUD[1,@], Hermann ZEYEN[1], Marc PESSEL[1], Albane SAINTENOY[1], Jessica SAÏAG[1], Benoît VINCENT[2], Michel HAYET[3]

(1) Université Paris-Sud, UMR-CNRS 8148 Interaction et Dynamique des Environnements de Surface, bât. 504, 91 405 Orsay Cedex, France
(2) Cambridge Carbonate Ltd, 1 rue de Varoux, 21120 Marey-sur-Tille, France
(3) Andra, 1/7 rue Jean Monnet, 92290 Châtenay-Malabry cedex, France
(@) benjamin.brigaud@u-psud.fr

La sismique 3D haute résolution acquise par l'Andra en 1999 sur la zone du laboratoire souterrain de Meuse/Haute-Marne, et en 2010 sur la Zone d'Intérêt pour une Reconnaissance Approfondie (ZIRA) a montré la présence de structures d'orientation principale N120° d'allure anticlinale, très digitées et assez irrégulières à la base des calcaires du Jurassique moyen. Les antiformes détectées en géophysique correspondent à l'expression sismique de bioconstructions coralliennes. La présence et l'origine de l'alignement des bioconstructions coralliennes semblent un point important qu'il convient de mieux comprendre afin de l'intégrer dans la conceptualisation géologique et hydrogéologique du site. Par ailleurs, comme les calcaires du Bajocien inférieur constituent les premiers dépôts carbonatés reposant sur le Lias argileux, les objectifs de cette étude sont (1) d'apporter des précisions sur l'extension à l'échelle régionale de ces structures orientées (2) de documenter les modalités permettant d'initier, de guider et de structurer la mise en place d'une plate-forme carbonatée, ce qui constitue une thématique importante dans l'étude des dépôts sédimentaires carbonatés.

Afin de répondre à cette problématique, une étude couplée sédimentologique et géophysique de surface a été menée sur un analogue de terrain où des affleurements dans la région de Neufchâteau permettent d'observer les édifices coralliens.

Les analyses sédimentologiques montrent que plusieurs bioconstructions suivent un alignement N120° dans les carrières de (1) Sommerécourt, (2) Jainvilotte et (3) sur l'affleurement naturel de Circourt. Cet alignement n'est pas systématique, confirmant l'aspect digité et irrégulier des bioconstructions sur la carte de sismique 3D de la ZIRA. Les mesures géophysiques effectuées avec le radar de sol (RAMAC Mala, antenne 250 MHz), les profils de résistivité électrique (Syscal pro) et de sismique réfraction, ainsi que les sondages électromagnétiques (PROMIS) acquises sur les analogues de terrain, indiquent que la position des constructions coralliennes est guidée par la présence de dunes sableuses se mettant en place à la fin du Jurassique inférieur, dans la formation des grès supra-liasiques. Ces résultats permettent d'élaborer une hypothèse de mise en place des bioconstructions coralliennes et de leur alignement. La paléogéographie à la fin du Toarcien est propice à la génération de courants marins N30° (Teyssen, 1984), favorisant ainsi la migration de dunes sous-marines sableuses ayant des crêtes allongées N120°. Associées à une diminution de la tranche d'eau, des conditions climatiques optimales sont à l'origine du passage d'une sédimentation argilo-sableuse à carbonatée à la limite Jurassique inférieur et Jurassique moyen. Ainsi, la paléotopographie irrégulière à la fin du Jurassique inférieur, induite par les dunes sableuses, guiderait la localisation et la colonisation du milieu marin au début du Jurassique moyen par les coraux, s'implantant au sommet de ces dunes sédimentaires.

Teyssen, T., 1984, Sedimentology of the Minette oolitic ironstones of Luxembourg and Lorraine: a Jurassic subtidal sandwave complex. Sedimentology, 31: 195-211.

# ASSOCIATION DE *SCOURS* ET DE *SEDIMENT WAVES* DANS LES DÉPÔTS DISTAUX DU SYSTÈME TURBIDITIQUE DU CAP-FERRET (GOLFE DE GASCOGNE)

Sandra BROCHERAY[1,@], Aurélien REGERT[1], Michel CREMER[1], Sébastien ZARAGOSI[1], Vincent HANQUIEZ[1], Mickaël VICALVI[2,1]

(1) UMR EPOC 5805, Université Bordeaux 1, Bâtiment B18, avenue des facultés, 33405 Talence.
(2) LASALLE BEAUVAIS, Département Géosciences, avenue Pierre Waguet, 60026 Beauvais cedex
(@) sandra.brocheray@epoc.u-bordeaux1.fr

Les systèmes chenaux-levées sont bien connus dans les environnements marins profonds. Les *sediment waves* développées sur les levées ont largement été documentées dans divers systèmes de part le monde (Monterey fan, système du Var etc.). En revanche, l'identification des zones de transitions chenal-lobe, caractérisées par le déconfinement des courants gravitaires et la présence de *scours*, est plus rare dans les systèmes actuels.

La présence simultanée de *sediment waves* et de *scours* a récemment été renseignée dans le système turbiditique du Cap-Ferret (Mission Sargass, 2010). Basée sur des données bathymétriques, d'imagerie acoustique du fond et de sondeur de sédiments, la cartographie de la zone permet d'isoler différents grands domaines morphosédimentaires : la levée, un système de chenaux anastomosés et de levées secondaires résultant de la migration du système vers le sud, un proto-lobe et une zone en dépression, qui, comprise entre la levée au sens strict et le chenal actuel, a la particularité de présenter des *sediments waves* et des *scours* se développant de façon concomitante.

L'étude de la morphologie de ces structures sédimentaires spécifiques et de l'architecture de la zone montre que différents processus sédimentaires, de dépôt (débordement, overspilling) et/ou d'érosion (*cyclic steps*, écoulements gravitaires) y interagissent. Cette zone d'instabilité ne présente ni les caractéristiques classiques d'une levée ni celles d'une zone de transition chenal-lobe. Du fait de la migration du chenal vers le sud et de l'interaction de processus d'érosion et de dépôt, la zone est interprétée comme une paléo-zone de transition chenal-lobe sur laquelle s'établissent actuellement les premiers dépôts d'une levée en cours de migration. Il est alors proposé de nommer cette zone «zone de transition levée-lobe».

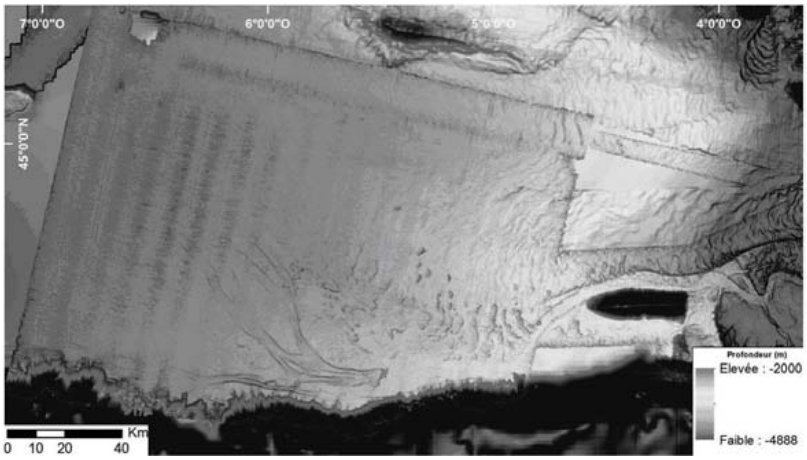



*Figure : Carte bathymétrique ombrée des dépôts distaux du système de Cap-Ferret*

# MEASUREMENT OF SUBSIDENCE AND EUSTATIC INTERACTIONS: FORWARD STRATIGRAPHIC MODELING (DIONISOS™) OF THE LATE JURASSIC CARBONATE PLATFORM OF NOVA SCOTIA, CANADA

Benjamin BRUNEAU[(1,2,@)], Stefan DOUBLET[(2)]

(1) Université Pierre et Marie Curie (UPMC), 4 Place Jussieu, 75005 Paris, France
(2) Beicip-Franlab, 232 Avenue Napoléon Bonaparte, 92500 Rueil-Malmaison, France
(@) m.bruneau.b@gmail.com

The stratigraphic record of shallow marine carbonate is often qualitatively assessed in terms of medium- to high-frequency eustatic changes whereas carbonate production and subsidence are approximated to constants. Based on geological and geophysical inputs, forward stratigraphic models enable the quantification of these three parameters and provide a better understanding of these key stratigraphic parameters in the sedimentary records.

This work is based on the Nova Scotia Late Jurassic siliciclastic and carbonated margin (Abenaki Formation). Depositional environments evolved from (1) a calcarenite dominated ramp (Callovian) through (2) a reef platform (Oxfordian to Kimmeridgian) to (3) a mixed ramp with sponge mounds subjected to deltaic input (Tithonian). The transition from the reefal platform to the mixed ramp was contemporaneous of the onset of a deltaic sedimentation to the North (Lowstand Systems Tract) and a subaerial exposure of reefal carbonates. This area provides an ideal case to tear apart the impact of the subsidence from the eustatic signal on this subaerial exposure and LST.

We used a Dionisos™ stratigraphic numerical model to compute the evolution of the sedimentation and accommodation rates during the time. We were then able to test whereas this subaerial exposure & LST are solely linked to the regional *Avalon uplift* (dated Tithonian-Berriasian; Li et al., 2012) or subjected to a eustatic drawdown. The proposed model is 80 x 40 km (1 km² cells) with a 0.1 Ma time increment and spans the Late Callovian (163.5 Ma) to the top Tithonian (145.5 Ma). Its calibration was achieved using extensive seismic and well data to reconstruct paleoenvironment and paleobathymetry (Beicip-Franlab previous study, 2013). The sea-levels record of Miller *et al.* (2005) was used as the reference eustatic curve.

Results indicate a long term subsidence rate gradually decreasing from 100 $m.Ma^{-1}$ during the Callovian to 25 $m.Ma^{-1}$ during Tithonian. Moreover, it remained always positive (preservation of accommodation space). This trend is consistent with the *Avalon uplift* and the presence of the Tithonian LST but not compatible with the exposure surface. The subaerial exposure of the reefal platform had to be the result of a combination between a short term eustatic low and reduced subsidence rates. The latter were then no longer sufficient to buffer the effect of the Tithonian eustatic fall.

This study demonstrates that numerical modeling can decipher an accommodation record in its eustatic and subsidence components. This enables then to infer the influence of external and internal factors on the stratigraphic record.

Li G., G. Pe-Piper, D.J.W. Piper, 2012. The provenance of Middle Jurassic sandstones in the Scotian Basin: petrographic evidence of passive margin tectonics. CJES Special Issue.

Miller K.G., M.A. Kominz, J.V. Browning, J.D. Wright, G.S. Mountain, M.E. Katz, P.J. Sugarman, B.S. Cramer, N. Christie-Blick, S.F. Pekar, 2005. The Phanerozoic record of global sea-Level change, Science, Vol. 310, No. 5752, p. 1293-1298.

# MINERAUX ARGILEUX DANS DES FAILLES CHEVAUCHANTES (UNITE DU MONT PERDU-BASSIN SUD PYRENEEN) : MARQUEURS DES CONDITIONS DE LA DEFORMATION ET DES TRANSFERTS DE FLUIDES

Martine BUATIER[1,@], Delphine CHARPENTIER[1], Vincent TRINCAL[1], Brice LACROIX [2], Pierre LABAUME[3], Anna TRAVE[4]

(1) UMR ChronoEnvironnement, Université de Franche-Comté, 16 Route de Gray, Besançon
(2) Geopolis, Université de Lausanne, Suisse
(3) Geosciences Montpellier, UMR 5243, 34095 Montpellier
(4) Departament de Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica, Universitat de Barcelona, Espagne
(@) martine.buatier@univ-fcomte.fr

Les failles enrichies en minéraux argileux sont fréquentes dans les bassins sédimentaires. Elles jouent un rôle important dans la compartimentation des réservoirs mais peuvent aussi être le témoin privilégié de circulations de fluides. L'enrichissement en minéraux argileux peut avoir plusieurs origines qui dépendent à la fois des lithologies affectées par la faille mais aussi des mécanismes de déformation mis en jeu et des interactions fluide-sédiments associées, contrôlées par les conditions PT. Les minéraux argileux peuvent dans certains cas nous renseigner sur la nature des fluides qui ont circulé, sur les conditions de la déformation mais aussi sur les transferts chimiques associés aux interactions eau-roche.

L'exemple présenté concerne une unité chevauchante située dans le bassin d'avant-pays sud-pyrénéen : l'unité du Mont Perdu. Deux failles associées à la mise en place de cette unité ont été étudiées : (1) le chevauchement basal à proximité de Torla, où il met en contact des carbonates de plateforme du Crétacé supérieur- Paléocène sur des turbidites pélitico-gréseuses de l'Eocène inférieur ; (2) le décollement de Millaris, situé au sein de l'unité chevauchante, qui affecte les marnes de Millaris, d'âge Eocène inférieur. Le cœur des deux zones de failles est riche en minéraux argileux avec une foliation très marquée ; il est généralement limité par des surfaces cisaillantes. Ce cœur de faille est nettement plus sombre que les roches encaissantes. Des veines cisaillantes et extensives de calcite et quartz et des stylolites sont également présents dans la zone de faille. Une étude géochimique et minéralogique des roches de faille et de l'encaissant, correspondant au protolithe supposé, a permis de quantifier les transferts chimiques et de préciser les réactions minéralogiques mises en jeu lors de la déformation. Il a ainsi été montré que l'enrichissement en argiles au sein de la zone de faille est lié à une réduction de volume de l'ordre de 50% du à la dissolution de la calcite et à sa recristallisation sous forme de veine mais ne s'accompagne pas d'importants changements.

Les investigations détaillées des minéraux argileux dans la faille ont permis de démontrer que ceux-ci n'ont pas un rôle passif mais que des dissolutions-recristallisations ont lieu dans la zone déformée. En effet, de l'illite authigène souligne la foliation alors que de la chlorite syncinématique ($Si_{2.86}Al_{1.14}O_{10}(Al_{1.67}Fe_{2.31}Mg_{1.71})_6(OH)_8$) se localise dans des veines cisaillantes microscopiques. Les températures de formation de la chlorite, calculées à partir du modèle thermodynamique de Vidal et al. (2005), se situent entre 210°C et 265°C. En prenant en compte des données d'inclusions de fluide dans les veines de quartz (Lacroix et al., 2011), il est montré que la chlorite se forme à environ 6.5 km de profondeur.

Ces données suggèrent que dans ces failles, l'enrichissement en argiles se fait principalement par pression solution et par des réajustements minéralogiques qui ne nécessitent pas de transfert chimique à grande échelle.

Bibliographie :

Lacroix et al.. (2011). Journal of Structural Geology *33*, 1359–1377. Vidal, et al. (2005). American Mineralogist 90, 347–358

# UNE PLATEFORME NUMÉRIQUE MUTUALISTE POUR UN ATLAS HISTORIQUE ET TECHNIQUE DE LA PIERRE À BÂTIR BOURGUIGNONNE

Stéphane BÜTTNER[1,@], Florent DELENCRE[2], Marion FOUCHER[2], Jean-Pierre GARCIA[2], Christian SAPIN[1], Ronan STEINMANN[2], Ludovic GRANJON[3], Delphine MONTAGNE[3], Laure SALIGNY [3], Eric LECLERCQ[4], Marinette SAVONNET[4], Andrés-Camillo TROYA[4], Lise CADOT-LEROUX[5]

(1) Centre d'études médiévales, Umr 6298 ARTeHIS « Archéologie-Terre-Histoire-Sociétés », Université de Bourgogne – CNRS – Ministère de la Culture – 3 place du Coche d'Eau 89000 Auxerre.
(2) Umr 6298 ARTeHIS « Archéologie-Terre-Histoire-Sociétés », Université de Bourgogne – CNRS – Ministère de la Culture – 6 bd Gabriel – 21000 Dijon.
(3) Pôle géomatique et cartographie de la Maison des Sciences de l'Homme de Dijon - USR CNRS - uB 3516 - 6, esplanade Erasme - BP 26611 - 21066 Dijon cedex
(4) Le2I, ULR CNRS 6306, Université de Bourgogne, 9 av. Alain Savary – 21078 Dijon.
(5) LRMH, 29 rue de Paris – 77420 Champs-sur-Marne
(@) stephane.buttner@cem-auxerre.fr

La Bourgogne possède une identité fortement marquée par un patrimoine bâti exceptionnel. C'est aussi une région riche en carrières ayant fourni, et fournissant encore aujourd'hui, des pierres de qualités remarquables. Constituant un centre d'intérêt particulier tant pour les historiens et archéologues du bâti ancien que pour les professionnels de sa restauration, l'Union Européenne (sur fonds FEDER) et la région Bourgogne se sont engagées à financer l'élaboration d'un outil d'inventaire et d'analyse scientifique concernant ces aspects.

Sous l'égide de l'UMR ARTeHIS, plusieurs partenaires institutionnels se sont alors associés à la démarche, soit en tant que producteurs de données (CRMH et SRA de la DRAC Bourgogne, LRMH, CEM, BRGM), soit en mettant à disposition les compétences techniques nécessaires au développement du projet (MSH, LE2I). Il s'agit donc de concentrer sur une plateforme web collaborative pérenne, développée sous la forme d'un Wiki, un maximum d'informations liées à la production et à l'utilisation des différentes pierres bourguignonnes de l'Antiquité à l'Epoque Moderne. En parallèle, un Système d'Informations Géographiques (SIG) entreprend d'exploiter l'ensemble de ces donnés dans le but d'identifier et de définir au mieux les principaux bassins carriers et de définir les aires de diffusion de leurs productions à l'échelle régionale, voire au-delà. En intégrant les qualités spécifiques de chaque type de pierre reconnu (densité, dureté, porosité, etc.), ainsi que les techniques associées (modules, traces d'outils, etc.), il s'agit également d'appréhender et de comprendre les éventuels liens entre le choix spécifique d'un matériau, le traitement technique subi et son emploi en tant que composant du bâti. Les données textuelles et archéologiques fournissent quant à elles les arguments qui permettent de dater ces évolutions et adaptations techniques et, éventuellement, d'en déterminer l'origine et le cheminement. Les enjeux sont manifestement multiples. Pour les historiens et archéologues travaillant sur ces aspects, cet outil devrait permettre de renouveler, pour partie, la perception du fonctionnement technique et économique de la construction passée en Bourgogne, en particulier en ce qui concerne les courants commerciaux liés aux matériaux. Les historiens de l'art et de l'architecture devraient également trouver là matière à réflexion quant à la diffusion des modèles et aux problèmes de filiation stylistique. Enfin, il s'agit également d'offrir des informations primordiales aux professionnels de la restauration des édifices anciens, tout en assurant la promotion de la filière « Pierre de Bourgogne » d'aujourd'hui en référençant scientifiquement sa production aux édifices les plus insignes de Bourgogne et d'ailleurs.

# CARACTÉRISATION CHIMIOSTRATIGRAPHIQUE DE L'ÉVÈNEMENT ANOXIQUE CÉNOMANO-TURONIEN EN DOMAINE MARIN PROFOND : LE SITE DE CAPE VERDE (ATLANTIQUE NORD)

Pierre CADEAU[(1,@)], Christophe THOMAZO[(1)], Emmanuelle PUCEAT[(1)]
Emmanuelle VENNIN[(1)], Laurent RIQUIER[(2)], Nicolas TRIBOVILLARD[(3)]

(1) Laboratoire Biogéosciences, UMR-CNRS 6282, Université de Bourgogne, 6 Bd. Gabriel, F-21000 Dijon, France.
(2) Laboratoire ISTeP, UPMC-Université de Paris 6, UMR-CNRS 7193 ISTeP, 4 place Jussieu, case courrier 117, 75252 Paris Cedex 05, France.
(3) Laboratoire Géosystèmes UMR-CNRS 8217, Université de Lille 1, bâtiment SN5, 59655 Villeneuve d'Ascq, France.
(@) pierre.cadeau@gmail.com

L'OAE-2 cénomano-turonien (~94Ma) est certainement l'évènement anoxique le plus étudié du Crétacé. Depuis plusieurs décennies, de nombreux outils géochimiques ont été utilisés pour reconstruire les conditions paléoenvironnementales avant, pendant et après cet OAE, afin de mieux comprendre les mécanismes à l'origine des variations de la concentration en oxygène dans l'océan liées à cet évènement. Toutefois, malgré ces nombreuses investigations, cet évènement anoxique n'est toujours pas parfaitement compris. De plus, la grande majorité des études concernant cet OAE sont localisées en domaine de marge continentale, et très peu de données sont disponibles en milieu marin profond. Au vue du contexte actuel, où le rôle relatif de l'augmentation de la productivité et de la préservation de la matière organique est encore débattu pour expliquer la mise en place des black shales associés aux OAEs, il semble nécessaire de multiplier les études dans des contextes paléoenvironnementaux variés, et en particulier en domaine océanique profond, moins soumis aux apports continentaux, afin de mieux comprendre ces phénomènes.

Une étude géochimique chimiostratigraphique à haute résolution de l'OAE-2 a été réalisée sur une section d'un forage DSDP au site de Cape Verde (Atlantique Nord, site 367). Celle-ci s'appuie sur l'utilisation conjointe des isotopes du carbone organique ($\delta^{13}C_{org}$), de la teneur en carbone organique total (i.e. TOC), des isotopes de l'azote ($\delta^{15}N$), des concentrations en éléments traces métalliques (i.e. ETM) et de la spéciation du fer.

Sur la section étudiée, l'évolution stratigraphique du $\delta^{13}C_{org}$ est caractérisée par une excursion positive de +6‰, qui est associée à une augmentation significative du TOC avec des valeurs supérieures à 30 wt.%. Pour les traceurs des apports détritiques (Ti, K, Th, Zr), l'enregistrement est relativement constant sur l'ensemble de la section, mais pour les traceurs des conditions redox (U, V, Mo) et des conditions de productivité (Ba, P, Cu, Ni), un enrichissement important est observé au cours de l'OAE-2 (e.g. facteurs d'enrichissement 10 à 100 fois plus élevés). Ces résultats suggèrent que les sédiments associés à l'OAE-2 se sont mis en place sous des conditions réductrices au cours d'une période de productivité soutenue. De plus, une excursion négative du $\delta^{15}N$ (-1.5‰) semble corrélée à un enrichissement de la concentration en V et pourrait refléter la prolifération de cyanobactéries lors de la remonté de la chemocline dans la colonne d'eau. Enfin, la comparaison des données acquises au cours de ce travail avec les données existantes pour l'OAE-2 de Demerara Rise met en évidence l'importance de facteurs locaux dans la mise en place des sédiments riches en matière organique et suggère que le cycle de l'azote réagit de façon différente aux variations des conditions environnementales durant l'OAE-2 en domaine marin profond et de marge continentale.

# DIFFÉRENCIATION MICROMORPHOLOGIQUE ET GÉOCHIMIQUE DES MODES D'OCCUPATION DU SOL : PREMIERS RÉSULTATS SUR DES ANTHROPOSOLS ARCHÉOLOGIQUES (ROISSY-EN-FRANCE, XIIÈME-XVIÈME S.)

Cécilia CAMMAS[1,@], Katell QUÉNÉA[2], Amy BELL[3], Xavier FRANÇOIS[2]

(1) Inrap, UMR 5140, DMOS AgroParisTech, F-78850 Thiverval-Grignon
(2) Bioemco, UPMC, 4 place Jussieu F-75232 Paris cedex 05
(3) DMOS AgroParisTech, F-78850 Thiverval-Grignon
(@) cecilia.cammas@inrap.fr

Ces travaux s'intègrent dans les recherches menées dans le domaine de la géoarchéologie agraire. Ils visent à identifier et à caractériser les aires d'activités agro-pastorales dans les sites archéologiques afin de participer à la restitution des systèmes agro-pastoraux et leur évolution au cours du temps. Sur le site castral de Roissy-en-France (Moyen-âge), des couches organiques caractérisées sur le terrain par leur coloration foncée et/ou des imprégnations organo-phosphatées, et interprétées archéologiquement comme des espaces cultivées ou des zones de parcage ont été échantillonnées. Afin de servir de témoin, la séquence de sols peu ou pas anthropisés (« sols naturels ») observée en coupe sous le site archéologique a également été prélevée. La méthode d'étude inclut des analyses micromorphologiques, physico-chimiques et géochimiques.

Dans un premier temps, des analyses micromorphologiques et physico-chimiques (granulométrie, C, N, Calcaire total, P total, Porg et Pinorg, perte au feu à 550°C et à 1 100°C, pH) ont été pratiquées afin de préciser la nature de la fraction organique contenue dans les anthroposols et les processus de formation des couches. Ces analyses montrent que le taux de C et la présence de végétaux décomposés se corrèlent positivement, ainsi que le P avec les déjections et les traits phosphatés. L'ensemble des résultats des analyses ont permis de classer les sols en quatre groupes : les sols témoins (horizons Bca et Bt), les sols enrichis principalement en végétaux (amendements), les sols enrichis en matière organique d'origine végétale et animale (« parcage ») et les sols enrichis en matière organique d'origine animale (accumulation de déjections ou percolations phosphatées).

Des sols représentatifs de chaque groupe ont été sélectionnés et ont fait l'objet d'une analyse des lipides en GC-MS et d'analyse en pyrolyse GC-MS en présence de TMAH. Les sols « naturels » se distinguent par des marqueurs d'activité bactérienne et des marqueurs végétaux peu abondants, les composants dérivés de la lignine sont peu représentés. Les anthroposols archéologiques présentent des marqueurs bactériens, végétaux et animaux (cholestérol). Des nuances sont perceptibles entre les trois groupes archéologiques, particulièrement dans l'abondance des marqueurs végétaux et la présence / absence des marqueurs animaux, il est à noter l'absence de coprostanol dans tous les échantillons. La comparaison avec les analyses élémentaires et les analyses micromorphologiques montre que l'abondance des marqueurs végétaux se corrèle aux teneurs en C et à l'abondance des résidus végétaux décomposés visibles en lames minces. Les marqueurs animaux sont peu exprimés, et la nature de leur relation avec les traits phosphatés et les déjections identifiées en lames minces doit être à affinée. Le sol avec des percolations phosphatées se différencie par une activité bactérienne bien exprimée et l'absence de marqueur animal.

Les premiers résultats présentés ici sont encore à confirmer et à étayer, mais l'association de la micromorphologie et de la géochimie a permis de différencier les sols / horizons pédologiques et les anthroposols archéologiques. Elle a permis de proposer des corrélations entre les variations géochimiques et la nature et l'abondance des apports anthropiques végétaux et animaux, ainsi qu'à la dégradation de la matière organique visible à l'échelle microscopique. Cette approche nous renseigne, par conséquent sur les modes d'occupation et de gestion des sols passés.

# CALIBRATION DE L'OUTIL GEOCHIMIQUE SUR COCCOLITHOPHORES ET APPLICATIONS A L'ETUDE CLIMATIQUE DE LA DERNIERE DEGLACIATION

Yaël CANDELIER[1,@], Fabrice MINOLETTI[1], Michael HERMOSO[2]

(1) ISTeP UMR-7193, Univ Paris 06, 4 place Jussieu, T56-55 niveau 5, 75252 Paris Cedex 05, France
(2) Department of Earth Sciences, University of Oxford, OX1 3AN, United Kingdom.
(@) yael.candelier@upmc.fr

Les reconstructions climatiques du Cénozoïque sont souvent obtenues à partir des analyses géochimiques des carbonates marins, effectuées principalement sur des sédiments bruts ou sur des tests isolés de foraminifères. A l'inverse, les coccolithes (micro-plaques de calcite produites par des algues haptophytes) sont très peu utilisées dans les études paléocéanographiques bien qu'ils enregistrent les paramètres physico-chimiques de la couche de mélange (0 - 50 m). De récents protocoles de séparation en permettent désormais l'étude géochimique spécifique, ce qui permet le développement de nouveaux paléothermomètres basés sur les rapports isotopiques de l'oxygène de ces restes carbonatés abondants dans la majorité des sédiments pélagiques. En combinant cette approche sédimentaire avec des cultures contrôlées en laboratoire, un thermomètre isotopique à été calibré pour l'ensemble des espèces du genre *Calcidiscus* et fournit ainsi un outil complémentaire aux reconstructions climatiques basées sur l'utilisation de foraminifères.

Des travaux similaires sont en cours pour d'autres espèces communes et démontrent que le fractionnement isotopique en oxygène reste dépendant au premier ordre de la température de croissance. Néanmoins chaque espèce adopte des décalages constants par rapport aux conditions d'équilibre (effets vitaux) sur une large gamme de 3,5 ‰. Plusieurs hypothèses ont été proposées pour expliquer ces déséquilibres : 1) un fractionnement cinétique en faveur des isotopes légers associé aux vitesses rapides de croissance et de calcification et 2) différentes stratégies d'acquisition et transport des espèces carbonatées dissoutes du milieu extérieur vers la vésicule de calcification. Les résultats montrent que les écarts de vitesses de croissance et de calcification sont trop limités pour expliquer les différentiels observés et de plus ne permettent pas l'enrichissement prononcé en oxygène 18 observé chez certaines espèces. A l'inverse, certaines expériences de laboratoire documentent des modifications du fractionnement isotopique suite à des changements du système carbonate (concentrations en espèces carbonatées dissoutes, pH, $pCO_2$) des milieux de culture. La sensibilité du phénomène varie selon les espèces. Ceci laisse penser que l'étude géochimique croisée d'espèces sensibles et non comme *E. huxleyi* et *C. leptoporus* pourrait servir à contraindre l'évolution du système carbonate en milieu marin.

La dernière déglaciation qui abouti à la mise en place du climat Holocène est caractérisée par de brusques changements de température, composition isotopique de l'eau et concentration atmosphérique en $CO_2$. Elle apparaît donc comme un bon candidat évaluer le potentiel d'une telle approche. Tandis que bon nombre d'études documentent les variations climatiques à hautes latitudes, nous présentons ici le premier enregistrement isotopique sur coccolithes en bordure de la gyre subtropicale de l'Atlantique Nord. Sur la période étudiée (8-18 ka) comprenant le dernier événement de Heinrich, le Bolling Allerod et le Younger Dryas, les microfiltrations ont permis l'obtention des fractions sédimentaires enrichies à plus de 80 % pour les espèces *G. oceanica*, *E. huxleyi* et *C. leptoporus*. Les analyses isotopiques ce ces fractions montrent de rapides fluctuations du $\delta^{18}O$ comparables entre espèces notamment durant les épisodes les plus froids (H1 et Younger Dryas). L'utilisation des thermodépendances calibrées précédemment sur les coccolithes de la famille des *Noelaerhabdaceae* fourni pour ces intervalles des températures de 10 et 12 °C respectivement, en accord avec les études réalisées sur biomarqueurs dans la région.

# LA SISMIQUE, DONNEE FONDAMENTALE POUR MODELISER LE BASSIN MOLASSIQUE NORD ALPIN (PROJET GEOMOL)

Laure CAPAR[1,@], Renaud COUËFFE[1], Roland BAUMBERGER[2], Agnès BRENOT[1], Alessandro CAGNONI[3], Gabriel COURRIOUX[1], Chiara D'AMBROGI[4], Chrystel DEZAYES[1], Charlotte FEHN[5], Sunsearé GABALDA[1], Gregor GÖTZL[6], Andrej LAPANJE[7], Stéphane MARC[1], Alberto MARTINI[8], Fabio Carlo MOLINARI[8], Edgar NITSCH[5], Robert PAMER[9], Marco PANTALONI[4], Sebastian PFLEIDERER[6], Andrea PICCIN[3], Nils OESTERLING[2], Isabel RUPF[5], Uta SCHULZ[9], Yves SIMEON[1], Günter SOKOL[5], Heiko ZUMSPREKELZ[5]

(1) BRGM, 3 Avenue Claude Guillemin, BP36009, FR-45060 Orléans Cedex 2
(2) Swisstopo, (3) RLB, (4) ISPRA, (5) LGRB, (6) GBA, (7) GeoZS, (8) RER-SGSS, (9) LfU BY
(@) l.capar@brgm.fr

Dans le cadre du projet transnational GeoMol, les données géologiques et géophysiques disponibles sur le bassin molassique nord alpin sont mises en commun pour construire un modèle géologique 3D transfrontalier cohérent qui a pour objectif d'améliorer la compréhension de la géométrie du bassin et l'utilisation des ressources du sous-sol. Ce modèle géologique réalisé à l'échelle européenne repose principalement sur l'interprétation de profils sismiques et bénéficie donc des importants progrès récents en matière de traitement sismique.

À l'échelle du bassin molassique, plus de 28 000 km de données sismiques 2D sont compilées et retraitées de façon homogène et harmonisée. Ce travail d'harmonisation des données fait face à plusieurs difficultés : - Les variations topographiques (plus de 700 mètres entre l'Ouest et l'Est du bassin molassique) ; Au niveau du traitement, le principal enjeu reste l'harmonisation de toutes les lignes à un même niveau de référence, d'amplitude et d'étape de traitement depuis la France jusqu'à l'Autriche sur plus de 1000km de long, afin de s'affranchir des erreurs aux points de croisement et des artéfacts aux frontières. - Les hétérogénéités du sous-sol ; Une synthèse litho stratigraphique du remplissage du bassin molassique, conduite à échelle européenne, permet de s'affranchir de ce problème et d'interpréter de façon cohérente toutes les données disponibles dans l'emprise de la zone d'étude. - La grande disparité dans la nature et la qualité des données sismiques (périodes d'acquisition, paramètres, données brutes vs données retraitées, …).

La séquence de traitement appliquée repose sur une migration avant addition des traces (PSTM). Un des principaux enjeux est la correction de topographie, ainsi que les hétérogénéités verticales et latérales du sous-sol dans les 20 premiers mètres dues à la couche non consolidée. Ces dernières perturbent la propagation des ondes sismiques dans le sous-sol et donc le signal sismique résultant. En traitement sismique, l'application de corrections statiques prenant en compte ces hétérogénéités permet d'éliminer ces variations verticales et latérales de vitesse et les effets de la topographie. Un second enjeu est la remise en place des évènements, qui s'effectue grâce à la migration et qui nécessite que les vitesses de propagation des ondes soient correctement déterminées afin d'obtenir une image interprétable.

Les données ainsi obtenues permettent une meilleure définition des différentes structures tectoniques dans le détail, comme les chevauchements, plissements, etc., du schéma structural et des horizons géologiques en trois dimensions. Ainsi la géométrie du bassin molassique nord alpin a pu être améliorée.

Le projet GeoMol est cofinancé par le Programme de l'Espace Alpin, faisant parti de la Coopération Territoriale Européenne 2007-2013. Le projet comprend des partenaires allemands, autrichiens, italiens français, slovènes et suisses. Il se déroule de septembre 2012 à Juin 2015. Pour plus d'information consultez le site www.geomol.eu.

# RESTITUTION DE LA VARIABILITÉ CLIMATIQUE HOLOCÈNE LE LONG DE LA MARGE SUD-CHILIENNE PAR L'ÉTUDE HAUTE-RÉSOLUTION D'UN ENREGISTREMENT MARIN : NOUVELLES IMPLICATIONS SUR LA DYNAMIQUE DE LA CALOTTE NORD PATAGONIENNE

Mélanie CAREL[1,@], Giuseppe SIANI[1], Christophe COLIN[1], Guillaume DELPECH[1], Elisabeth MICHEL[2], Catherine KISSEL[2]

Laboratoire IDES, UMR-CNRS 8148, Université Paris Sud, Bât. 504, 91405 Orsay Cedex
Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, laboratoire mixte CNRS-CEA, Avenue de la Terrasse, 91198 Gif-sur-Yvette Cedex, France
(@) melanie.carel@u-psud.fr

L'océan austral contribue activement dans la régulation des échanges de $CO_2$ avec l'atmosphère et le transport de chaleur entre les basses et les hautes latitudes. Dans ce contexte régional, la marge continentale sud-chilienne offre un cadre d'étude idéal pour une meilleure compréhension des systèmes de circulation et d'échange entre l'océan et l'atmosphère, à l'origine des variations de $pCO_2$ atmosphérique enregistrées.

La marge sud-est Pacifique est située dans une zone climatiquement active et occupe une position stratégique pour la restitution de la variabilité climatique aux hautes latitudes sud car elle constitue la seule masse continentale qui intercepte l'intégralité de la ceinture des vents d'ouest (Westerlies). C'est une zone clé continuellement soumise à de fortes précipitations pilotées par la ceinture des Westerlies et générées par la migration latitudinale du Front Polaire. Par ailleurs, ces facteurs exercent un contrôle sur la dynamique des calottes nord et sud patagoniennes, sensibles aux variations d'insolation et aux changements d'humidité et de température.

Dans l'optique de restituer la variabilité climatique Holocène (12 ka BP à l'actuel) de cette région particulière, l'étude s'est focalisée sur l'enregistrement sédimentaire marin MD07-3088 collecté au large de la région des fjords d'Aysèn (~ 46°S) lors de la mission océanographique Pachiderme (Février 2007). La stratégie d'étude repose sur l'acquisition de la minéralogie des cortèges argileux et de la granulométrie de la fraction détritique afin de retracer respectivement la source et le vecteur de transport des sédiments. Le cadre chronologique robuste de la carotte marine a été établi à partir de la stratigraphie isotopique en $\delta^{18}O$ mesurée sur les tests des foraminifères planctoniques monospécifiques *Globigerina bulloides* couplée à des datations radiocarbone et à une étude téphrochronologique.

Les résultats ont montré une forte variabilité de la source des apports terrigènes depuis la haute chaine volcanique andéenne jusqu'aux bas reliefs de la chaine côtière au cours de l'Holocène. Le vecteur de transport de la fraction terrigène a également varié au cours du temps, témoignage d'importants changements climatiques. La comparaison des résultats avec des données palynologiques et des archives cryosphériques et sédimentaires ont permis d'établir une chronologie précise des fluctuations de la calotte nord-patagonienne, étroitement liées aux variations de précipitations et/ou de température associées aux changements d'intensité et de la position latitudinale de la cellule des Westerlies. Par ailleurs, des essais de modélisation ont été effectués par traitement statistique et corrélés avec les enregistrements des carottes de glace Antarctique afin de mieux contraindre les facteurs de forçage climatique à l'origine de cette variabilité à l'échelle hémisphérique.

# L'ÉTUDE DES TEPHRA VOLCANIQUES, UN OUTIL MULTIDISCIPLINAIRE: DE L'ÉCHANTILLONNAGE À L'EXPLOITATION DES DONNÉES.

Benoît CARON[1,@], Benoît VILLEMANT[1], Martine PATERNE[2], Georges BOUDON[3], Anne LE FRIANT[3]

(1) ISTeP UPMC Paris VI, 4 place Jussieu, 75005 Paris, France
(2) LSCE, Bât. 12, Avenue de la Terrasse 91190 Gif Sur Yvette, France
(3) GSV, IPGP 1 rue Jussieu 75005 Paris, France
(@) benoit.caron@upmc.fr

Pendant la phase explosive d'une éruption volcanique, une grande quantité de cendres volcaniques est projetée dans l'atmosphère. En fonction des vents, les tephra sont dispersés plus ou moins loin de la source éruptive en recouvrant les zones proximales et les zones distales de quelques dizaines de cm d'épaisseur à quelques traces. Ces dépôts sont par la suite très bien conservés dans les enregistrements sédimentaires en milieux aqueux, marins comme lacustres.

Ces niveaux de cendres ne représentent pas seulement une trace d'une activité volcanique permettant de remonter aux caractéristiques de l'éruption mais ils représentent aussi des marqueurs chrono-stratigraphiques précis utiles pour de nombreuses disciplines des Sciences de la Terre et Sciences du Quaternaire (volcanologie, paléoclimatologie, archéologie…).

Depuis plus de trente ans, de nombreuses études tephrostratigraphiques et tephrochronologiques ont été menées à travers le monde. L'augmentation du nombre d'étude tephrologique montre la nécessité d'améliorer et d'harmoniser les méthodes de travail (Keller, 1978; Paterne et al., 1988, 2008; Wulf et al., 2004; Le Friant et al. 2008; Caron et al. 2010, 2012).

Pour réaliser une étude tephrologique complète et de qualité, de multiples paramètres doivent être étudiés et ce depuis l'échantillonnage jusqu'à l'exploitation des données en passant par l'analyse. Les données des milieux aqueux et terrestres sont complémentaires.

Dans un premier temps, il est nécessaire de faire un travail d'identification de niveau de tephra et cryptotephra (non visible à l'œil nu) systématique en effectuant des comptages de tephra tout au long des carottes sédimentaires avec une résolution fine, une prospection au Scan X et des études de susceptibilité magnétique. Puis, il faut bien connaître l'histoire éruptive des édifices proches de la zone étudiée (sources, fréquences et styles éruptifs, géochimie magmatique…). Les successions sédimentaires obtenues dans les carottes marines et lacustres sont de très bons pièges pour les particules fines et donc les tephra.

Il est important d'avoir un cadre chronologique. Une stratigraphie isotopique ($\delta^{18}O$), une étude paléo-palynologique ou encore des datation $^{14}C$ dans les successions sédimentaires donnent ces repères chronologiques, pour les événements récents ( de la période historique à plusieurs 100 ka).

Les analyses géochimiques et morphologiques complètent le travail d'observation sous binoculaire pour améliorer les corrélations avec les dépôts volcaniques proximaux. Les instruments d'observation et de mesure tel que les MEB, les EPMA ou encore les ICP-MS/AL, permettent d'étudier la morphologie des verres volcanique et leur composition en éléments majeurs et traces. Depuis la dernière décennie, l'important développement technologique a permis de repousser les limites d'analyses et d'observations et de tendre vers des microquantités. Il est donc important de pouvoir intercalibrer ces outils analytiques.

Et enfin, pour avoir une bonne vision d'ensemble, il est primordial de regrouper toutes ces informations dans une base de données qui peut être exploitée dans un Système d'Information Géographique. L'exploitation d'une telle base de donnée sera utile pour rechercher des marqueurs chronostratigraphiques, mais aussi pour mieux étudier les dispersions des tephra et donc d'améliorer les évaluations des risques et les aléas liés à ces événements éruptifs.

# ÉVOLUTION DES ENVIRONNEMENTS DE RAMPE EXTERNE DANS LE JURASSIQUE SUPERIEUR DE CRIMEE (UKRAINE)

Cédric CARPENTIER[1,@], Bernard LATHUILIÈRE[1], Nicolas OLIVIER[2], Vincent HUAULT[1], Apolline LEFORT[3], Christian FRANCE-LANORD[4], Sergey YUDIN[5]

(1) UMR 7359 GeoRessources Université de Lorraine – Campus aiguillettes BP 70239 54506 Vandoeuvre-lès-Nancy
(2) UMR 5276 LGLTPE Bâtiment Géode 2 Rue Raphaël Dubois 69622 Villeurbanne Cedex
(3) Section Archéologie et paléontologie du Canton du Jura, Porrentruy, Suisse
**(4) CRPG-CNRS** 15 rue Notre Dame des Pauvres 54500 Vandœuvre les Nancy BP 20 54501 Vandœuvre les Nancy Cedex
(5) Faculté de Géologie, Université de St-Petersburg, 7-9, Universitetskaya nab., St. Petersburg, 199034, Russie
(@) cedric.carpentier@univ-lorraine.fr

Les carbonates du Jurassique supérieur de Crimée se sont mis en place sur un prisme d'accretion lors de la fermeture de la Paleotethys. Ces calcaires apparaissent actuellement sous forme d'olistolithes glissés au sein de marnes dont l'âge supposé est Jurassique moyen Les falaises de Novy Svet en Crimée orientale offrent des affleurements exceptionnels pour l'observation et la description des géométries, des faciès sédimentaires et des associations récifales en milieu de rampe externe. Deux épisodes progradants ont été étudiés en détail. Les deux séquences présentent de grandes différences en termes d'évolution de faciès et en termes d'associations coralliennes. Le bas de pente du premier épisode correspond essentiellement à des faciès bioconstruits de type sheetstones à microsolénidés et *Thamnasteria* lamellaires autochtones intercalés avec des bancs à branches de *Dendraraea* remaniées, très riches en microbialites à la base évoluant vers des constructions de type mixstone au sommet. La seconde séquence est dominée par les faciès biodétritiques resédimentés sous forme de tempestites et affectée par des resédimentations de type debris flow. Au sein de ce deuxième profil, les faciès construits sont confinés à la partie haute du talus affecté par des émersions temporaires. La présence d'olistolithes récifaux au sein des marnes et recouverts par ces dernières remet en cause l'idée d'un glissement au sein de marnes du Jurassique moyen.

Des études palynologiques et micropaléontologiques (foraminifères, microencroûtants) ont été menées afin de mieux contraindre les conditions paléoenvironnementales pour chacune des séquences et pour également dater plus précisément les séries. Une analyse des isotopes stables du carbone et de l'oxygène a également été menée afin de reconstruire l'évolution des paléotempératures le long des deux profils. L'ensemble des résultats permet de mieux contraindre les conditions paléoenvironnementales qui ont favorisé soit l'installation d'une pente récifale essentiellement bionconstruite soit l'apparition d'une rampe bioclastique où les faciès construits étaient confinés à la partie haute du profil de dépôt.

# DUNES TIDALES OFFSHORE.
# UN EXEMPLE JURASSIQUE DANS L'EST DU BASSIN DE PARIS ?

Cédric CARPENTIER[1,@], Judith SAUSSE[1], Guillaume CAUMON[1]

(1) UMR 7359 GeoResources Université de Lorraine - Faculté des Sciences et Techniques BP 70239 54506 Vandoeuvre-lès-Nancy
(@) cedric.carpentier@univ-lorraine.fr

Les systèmes de dunes tidales offshore silicoclastiques ou carbonatées ont largement été décrits dans les environnements actuels ou fossiles à partir de la sismique (ex. Manche, Mer du Nord, Plateau du Brésil, Mer de Chine). En revanche les analogues fossiles sont rares à l'affleurement. Les dunes d'entroquites Oxfordiennes de l'Est du Bassin de Paris ont toujours été interprétées comme des dépôts tidaux à fleur d'eau ou de plage marquant des périodes de bas niveau marin relatif par rapport aux dépôts récifaux avec lesquels elles s'intercalent. Néanmoins plusieurs critères sédimentologiques, pétrographiques et géométriques associés aux nouvelles données Georadar amènent à reconsidérer cette interprétation. Ces critères sont :

- L'extension verticale décamétrique (jusqu'à 20 mètres)
- L'allongement oblique des dunes (N140) par rapport aux terres émergées et les géométries de dunes longitudinales
- L'initiation des dunes par l'adossement des faciès à intraclastes de plage ou de mégarides tidales de zone vadose contre des obstacles formés par des biohermes coralliens
- La croissance des dunes à l'amont des récifs puis leur recouvrement
- Les faces aval des dunes constituées par des foresets plurimétriques pentés de 20° renfermant des mégarides 2D et recoupés par de grandes surfaces de progradation faiblement pentées (5°)
- Les faces amont constituées de mégarides 3D migrant vers les crêtes de dunes
- Le sédiment composé exclusivement d'articles de crinoïdes vivant à plusieurs dizaines de mètres de profondeur et cimentés par des ciments syntaxiaux (absence de micritisation, de ciments vadoses et de faune benthique diversifiée)
- Installation des récifs coralliens sur les crêtes des dunes et passage à des faciès boueux dépourvus d'organismes phototrophes dans les dépressions interdunaires.

L'ensemble de ces caractéristiques a été décrit dans les dunes offshore actuelles et suggère la mise en place des dunes tidale d'entroquites sous une tranche d'eau importante (20-30 m ?). La nouvelle interprétation proposée ici amène à proposer un nouveau découpage séquentiel à haute fréquence pour les alternances dunes-récifs. La mise en place des dunes marque les périodes transgressives de forte accommodation. A l'Oxfordien, le contexte séquentiel de mise en place des faciès à entroques dans l'Est du Bassin de Paris correspond à une période de forte accommodation pendant une transgression de 3$^{e}$ ordre qui a très certainement favorisé le développement et surtout la préservation des dunes. A la fin de leur croissance seules les reliefs formés par les crêtes de dunes se situaient dans la zone photique et ont permis la mise en place de récifs coralliens. Les périodes de bas niveau correspondent aux faciès de plage ou tidaux à intraclastes déposés dans les zones inter-récifales.

# STRATIGRAPHIE ISOTOPIQUE, BIOSTRATIGRAPHIE ET PROCESSUS SEDIMENTAIRES D'UN SYSTÈME CARBONATÉ MODERNE: LA PENTE NORD DU PETIT BANC DES BAHAMAS AU COURS DU DERNIER MILLION D'ANNÉES

Ludivine CHABAUD[1,@], Emmanuelle DUCASSOU[1],
Thierry MULDER[1], Jacques GIRAUDEAU[1]

(1) Université Bordea ux1, UMR 5805 EPOC, avenue des facultés, 33405 Talence cedex, France
(@) l.chabaud@epoc.u-bordeaux1.fr

Les bancs des Bahamas sont des environnements carbonatés considérés comme des analogues modernes des anciennes plateformes carbonatées isolées. Plusieurs études sédimentaires et sismiques issues de campagnes océanographiques (principalement ODP) ont mis en évidence des taux d'accumulation importants sur les pentes des bancs des Bahamas. La mission océanographique CARAMBAR (2010) visait à étudier dans son ensemble, à partir de données sédimentaires (carottages), bathymétriques et sismiques, deux systèmes de pentes carbonatées: la pente occidentale du Grand Banc des Bahamas, protégée des vents dominants, et la pente septentrionale du Petit Banc des Bahamas, soumise aux vents dominants. L'analyse des carottes sédimentaires permet de déterminer les sources sédimentaires (nature et origine des particules) et de créer un modèle stratigraphique à haute résolution dans le but de comprendre les facteurs contrôlant les processus de dépôt (gravitaires et contouritiques) en fonction du temps.

Cette étude vise à comprendre les processus sédimentaires agissant au niveau de la pente septentrionale du Petit Banc des Bahamas, dont le modèle stratigraphique a été construit à partir de la carotte marine CARKS-21, située à 799 m de profondeur d'eau. Cette carotte a été choisie comme référence car elle fournit un enregistrement long (12 m) en traversant l'un des corps sédimentaires majeurs situé au nord-ouest de la pente septentrionale du Petit Banc.

Les méthodes stratigraphiques utilisées incluent des analyses des assemblages de foraminifères planctoniques et de coccolithophores, des mesures radiocarbones et d'isotopes stables de l'oxygène sur les tests de foraminifères planctoniques, et des analyses XRF. Les analyses sédimentaires comprennent la description visuelle, des analyses granulométriques et spectrophotocolorimétriques, et l'étude de lames minces indurées.

L'analyse stratigraphique nous permet de considérer des variations climatiques du stade isotopique marin 9 à l'actuel (de 0 à 9 m), et met en évidence des perturbations dans la sédimentation au-delà du stade isotopique 9 (de 9 à 12 m). Pendant les périodes glaciaires et les bas niveaux marins correspondants, peu de sédiments carbonatés sont produits et exportés depuis le haut de pente, la plateforme étant exondée, ce qui génère des dépôts peu épais sur les pentes. Pendant les périodes interglaciaires les dépôts sont plus développés. Des changements dans les sources et les processus sédimentaires (apports argileux via les courants marins, dépôts gravitaires) perturbent la sédimentation carbonatée pendant des bas niveaux marins.

# SEDIMENTARY DYNAMICS AND STRUCTURAL EVOLUTION OF THE CONSTANTINOIS PLATFORM DURING THE CRETACEOUS, CASE STUDY: SOUTHERN MASSIFS OF AIN M'LILA AREA (NE ALGERIA)

Mohammed CHADI[1,@], Youcef Brahim EL HADJ[1]

(1) Laboratoire, Géologie et Environnement (LGE), Université de Constantine 1
(@) wahidyb@yahoo.fr

The synthesis of stratigraphic and structural data of Constantinois limestone massifs has allowed the refining of the southern Tellian series using biostratigraphy and proposing a structural model.

The most significant sites and less disturbed by tectonics, are the Taxas syncline and southern flank of Guerioun massif, more precisely the Djebel Ras Rihane.

In the Taxas syncline, the marly levels above the hard ground which ended the Aptian neritic limestone, had provided Cenomanian microfauna: *Favusella washitensis*, *Rotalipora appenninica*, *R. cushmani*, *R. brotzeni*, *Hedbergella* sp., and *Praeglobotruncana stephani*.

On the southern flank of Djebel Ras Rihane, near the Chaabet Ras Chiboub notch, a clayey Cenomonian unit is develop over one hundred meters in thickness.

The samples from these clays have provided many *Hedbergella*, *Rotalipora brotzeni*, *R. cushmani*, *R. globotruncanoides* and *Praeglobotruncana* gr. *stephani*.

The top of these clays has provided Coniacian foraminifera and reworked Cenomanian *Rotalipora.*

The study of the stratigraphic series of southern neritic massifs allowed the refining of our previous results.

Also the yellow marls above the late Aptian- lowermost Albian hard ground, represents the Cenomanian-Turonian.

Microscopic analysis of samples from this hard ground highlights sedimentological phenomena that attest the emersion of Constantinois platform during the late Aptian- lowermost Albian.

In the Constantinois limestone massifs, 'the southern Tellian units at Nummilites' represent the normal marly cover of neritic limestones.

**Keywords**: Constantinois limestone massifs, Albo-Aptian, southern Tellian units, eastern Algeria.

# SENSIBILITE DE LA SEDIMENTATION DU FJORD DE LA TABLE A LA DYNAMIQUE HOLOCENE DE LA CALOTTE GLACIAIRE COOK (ARCHIPEL DES KERGUELEN, OCEAN INDIEN, 49°S)

Emmanuel CHAPRON[1,@], Elisabeth MICHEL[2], Patrick ALBERIC[1], Xavier CROSTA[3], Vincent JOMELLI[4], Léo CHASSIOT[1], Nicolas CAILLON[2,5], Vincent FAVIER[5], Fabien DEWILDE[2], Hélène LEAU[6]

(1) ISTO UMR 7327 CNRS-BRGM-Université d'Orléans, 1A rue de la Férollerie, 45071 Orléans cedex 2
(2) LSCE UMR 8112 CNRS-CEA, Allée de la Terrasse, Domaine du CNRS, 91198 Gif sur Yvette
(3) EPOC UMR 5805 CNRS-OASU-Université Bordeaux 1, Avenue des Facultés, 33405 Talence cedex
(4) LGP, UMR 8591 CNRS, 1 Place A. Briand, 92195 Meudon
(5) LGGE, UMR 5183 CNRS-OSUG-Université Joseph Fourrier, 54 rue Molière, BP 96, 38402 Saint Martin d'Hères
(6) IPEV, Technopole Brest-Iroise CS 60 075, 29280 Plouzané
(@) emmanuel.chapron@univ-orleans.fr

Afin de mieux comprendre la dynamique du changement climatique au cours de l'Holocène, il est aujourd'hui urgent d'établir des enregistrements sédimentaires continus et à haute résolution des fluctuations glaciaires dans l'hémisphère Sud et notamment aux latitudes moyennes où le climat est étroitement lié à l'intensité des vents d'Ouest. Nous présentons ici la séquence glacio-marine du fjord de la Table (49°S) drainant le glacier Ampère (15% de la Calotte Glaciaire Cook) sur l'archipel des Kerguelen. Au cours des dernières décennies, ce glacier se caractérise par un retrait significatif et de plus en plus rapide. Cette dynamique glaciaire a développé de larges lacs proglaciaires et exposé des affleurements de tourbes d'âge Holocène, indiquant que le glacier n'a jamais été aussi réduit depuis plus de 12000 ans dans la plaine fluvioglaciaire d'Ampère située à l'amont du fjord de la Table. Certains lacs proglaciaires sont barrés par plusieurs générations de cordons morainiques associés aux fluctuations glaciaires durant le Petit Age de Glace du Moyen Age (PAG).

Durant la campagne MD172-VT104 KAVIAR/TABLE du Marion Dufresne en Mars 2009, trois stations de carottages ont été sélectionnées dans le fjord de la Table sur la base d'une cartographie bathymétrique multifaisceaux et de profils acoustiques au sondeur de sédiment 3.5 kHz. Trois carottages Calypso ainsi que des carottages gravitaires et des carottiers boîtes à chaque station ont permis de prélever des séquences de qualité (100 m de sédiment au total) dans le bassin principal du fjord en contexte proximal, central et distal par rapport au delta Ampère, drainant la plaine et le glacier Ampère. En 2012, durant la campagne MD189 INDIEN SUD2, un nouveau carottage Calypso de 43 m de long dans le secteur central du fjord nous a permis d'étendre la séquence sédimentaire prélevée en 2009. L'ensemble de ces carottes composées de boues bioturbées localement interrompues par des dépôts de crues hyperpycnales granoclassées sablo-silteuses et quelques niveaux de tephra, a été finement daté par radiocarbone (sur coquilles de bivalves) et mesuré sur un banc GEOTEK embarqué à bord selon une résolution pluriannuelle.

Plusieurs périodes de détritisme accru dans le fjord au cours des derniers 5000 ans associées à des pics de susceptibilité magnétique et de gamma densité identifiés sur les carottes autorisent de fines corrélations entre les séquences sédimentaires prélevées en 2009 et en 2012, et témoignent de phases d'avancées glaciaires contemporaines des moraines du PAG dans la plaine d'Ampère et de moraines Holocène identifiées en Nouvelle Zélande ou en Patagonie.

# ASTRONOMICAL CALIBRATION OF THE VALANGINIAN "WEISSERT" EPISODE: THE ORPIERRE MARL-LIMESTONE SUCCESSION (VOCONTIAN BASIN, SOUTHEASTERN FRANCE)

Guillaume CHARBONNIER[1,@], Slah BOULILA[2], Silvia GARDIN[3], Stéphanie DUCHAMP-ALPHONSE[1], Thierry ADATTE[4], Jorge E. SPANGENBERG[4], Karl B. FÖLLMI[4], Christophe COLIN[1], Bruno GALBRUN[2]

(1) UMR CNRS 8148 IDES, Interactions et Dynamique des Environnements de Surface, Université Paris Sud XI, Bâtiment 504, 91405 Orsay, France.
(2) UMR-CNRS 7193 ISTeP, Institut des Sciences de la Terre-Paris, Université Pierre et Marie Curie, 4 place Jussieu, 75252 Paris CEDEX 5, France.
(3) UMR-CNRS 7072 CR2P, Centre de Recherche sur la Paléobiodiversité et les Paléoenvironnements, Université Pierre et Marie Curie, 4 place Jussieu, 75252 Paris CEDEX 5, France.
(4) Institut des Sciences de la Terre, Quartier UNIL-Mouline, Bâtiment Géopolis, 1015 Lausanne, Switzerland.
(@) guillaume.charbonnier@u-psud.fr

The Valanginian stage is characterized by a positive carbon isotope excursion (CIE), the so-called « Weissert Event ». This event coincides with a widespread crisis of carbonate producing biota associated with important platform drowning events. Such perturbations are presumed to be linked to the intensification of the Paraná Etendeka volcanism. However in the absence of (i) reliable radiometric ages, and (ii) a robust numerical model for the Early Cretaceous, it is difficult, if not impossible to link the "Weissert" episode to any magmatic activity. Numerous studies focused on paleoenvironmental changes during this episode, but only a few of them attempted to estimate the duration of the CIE. In order to better understand the causes and consequences of these geological processes, it is crucial to provide a duration for the "Weissert" CIE.

The main aims of this study are to (i) detect the orbital forcing in the Orpierre marl-limestone alternations, (ii) estimate the duration of the Valanginian "Weissert" episode, and (iii) provide a new temporal framework for the Valanginian stage. In this objective, a high-resolution, biostratigraphic, chemostratigraphic and cyclostratigraphic study was performed on the marl-limestone alternations of the upper Berriasian–Valanginian Orpierre section, deposited in the hemipelagic setting of the Vocontian Basin (SE France).

A detailed calcareous nannofossil biostratigraphy study allowed the recognition of upper Berriasian–lower Hauterivian bio-horizons. The general trends of the $\delta^{13}C$ curve and the major positive C-isotope excursion (amplitude of 1.8‰) recorded at the Orpierre section are very similar to those found in other sections worldwide. Spectral analyses applied on high-resolution magnetic susceptibility (MS) variations coupled with frequency ratio method revealed a strong cyclic pattern related to the Earth's orbital parameters (precession, obliquity and eccentricity). The prominent 405 kyr eccentricity cycle in the MS signal has been selected as a geochronometer to time calibrate the section.

The duration of the Weissert episode has been estimated at 2.08 Myr. This duration is coherent with those obtained in the same basin (Angles section, ~2.14 Myr), and from the Umbria Marche Basin (~2.3 Myr) and from the Angles section). Also, our cyclostratigraphic study indicates a minimal duration of 4.29 Myr for the Valanginian stage. The comparison of the MS signal obtained at Orpierre and the spectral gamma ray signal recently obtained in two composite sections of the Vocontian Basin allowed to propose a revised duration for the Valanginian stage of 4.7 Myr instead of 5.08 Myr.

# DETRITAL FLUXES IN THE NORTHWESTERN TETHYAN MARGIN DURING THE VALANGINIAN: NEW INSIGHTS FROM WEATHERING CHANGES DURING THE WEISSERT EPISODE

Guillaume CHARBONNIER[1,@], Stéphanie DUCHAMP-ALPHONSE[1], Thierry ADATTE[2], Jorge E. SPANGENBERG[2], Christophe COLIN[1], Silvia GARDIN[3], Slah BOULILA[4], Bruno GALBRUN[4], Karl B. FÖLLMI[2]

(1) UMR CNRS 8148 IDES, Interactions et Dynamique des Environnements de Surface, Université Paris Sud XI, Bâtiment 504, 91405 Orsay, France.
(2) Institut de Géologie et Paléontologie, Quartier UNIL-Dorigny Bâtiment Antropole, 1015 Lausanne, Switzerland.
(3) UMR-CNRS 7072 CR2P, Centre de Recherche sur la Paléobiodiversité et les Paléoenvironnements, Université Pierre et Marie Curie, 4 place Jussieu, 75252 Paris CEDEX 5, France.
(4) UMR-CNRS 7193 ISTeP, Institut des Sciences de la Terre-Paris, Université Pierre et Marie Curie, 4 place Jussieu, 75252 Paris CEDEX 5, France.
@ guillaume.charbonnier@u-psud.fr

The Valanginian stage is characterized by a positive carbon isotope excursion (CIE, 1.5‰), the so-called « Weissert Event ». This event coincides with a widespread crisis of carbonate producing biota associated with important platform drowning events. The formation of the Parana-Etendeka large igneous province (LIP) (ca. 134 Ma) has been assumed to be responsible for an increase of $CO_2$, triggering long-term greenhouse conditions, increased weathering and elevated nutrient transfer rates from continents to oceans. However, many aspects of this model have recently been questioned. Climate is the fundamental parameter of the model proposed in the previous studies as it is linked to both geodynamic and stratigraphic events. However, despite the ongoing importance of the debate on Valanginian climate variations, there are relatively few studies that detail high-resolution climatic changes during the positive C-isotope shift.

The aim of the study is to assess the changes in terrigeneous fluxes in the Vocontian Basin associated to fluctuations in weathering processes. The used herein multiproxies approach is focused on high-resolution mineralogical and chemostratigraphical analyses performed on the marl-limestones alternations of the Upper Berriasian–Valanginian Orpierre section (SE France). This section consists of a continuous sedimentation, well-time calibrated by biostratigraphy and cyclostratigraphy.

At Orpierre, it appears that mineralogical and geochemical trends reflect a primary signal driven by palaeoenvironmental changes. Based upon the previous cyclostratigraphic study, terrigeneous and clay influxes are calculated for the first time for the Valanginian.

The fluctuations of the terrigeneous and clay influxes reflect changes in terrigeneous inputs and weathering regime that prevailed in the source area respectively. It appears that during the Valanginian time interval, the weathering pattern results mainly from variations in second-order sea-level changes in the Early Valanginian, and climate variations in the Late Valanginian. Particularly the positive C-isotope shift is associated with a durable warm and humid climate (i.e. with high hydrolysis conditions) triggering increased detrital inputs in the Vocontian Basin. In agreement with the previous studies, cooler and probably drier conditions are sporadically recorded during the Late Valanginian (Verrucosum ammonite Zone). Such an « unstable » climate probably takes a part of an overall chain of feedback mechanisms that would enable the ocean-atmosphere system to weaken the greenhouse conditions recorded during the C-isotope shift, and thus to return to more stable conditions in the Late Valanginian–Hauterivian.

# RECONSTRUCTION OF THE ND ISOTOPE COMPOSITION OF SEAWATER ON EPICONTINENTAL SEAS: TESTING THE POTENTIAL OF FE-MN OXYHYDROXIDE COATINGS ON FORAMINIFERA TESTS FOR DEEP-TIME INVESTIGATIONS

Guillaume CHARBONNIER[1,@], Emmanuelle PUCEAT[2], Germain BAYON[3], Delphine DESMARES[4], Guillaume DERA[5], Christophe DURLET[2], Jean-François DECONINCK[2], Francis AMEDRO[2], Alexandra T. GOURLAN[6], Pierre PELLENARD[2], Brahimsamba BOMOU[7]

(1) UMR CNRS 8148 Interactions et Dynamique des Environnements de Surface, Université Paris Sud XI, Bâtiment 504, 91405 Orsay, France
(2) UMR CNRS 6282 Biogéosciences, 6 Bd. Gabriel, 21000 Dijon, France
(3) IFREMER, Unité de Recherche Géosciences Marines, F-29280 Plouzané, France
(4) UPMC Univ Paris 06, UMR 7207, CR2P, 4 Place Jussieu, 75252 Paris, France
(5) UMR CNRS 5563 Géosciences Environnement Toulouse, 14 Avenue Edouard Belin, 31400 Toulouse, France
(6) UMR CNRS 5025 Géodynamique des Chaines Alpines (GCA), 1381 rue de la piscine, 38041 Grenoble, France
(7) Institut de Géologie et Paléontologie, Quartier UNIL-Dorigny Bâtiment Anthropole, CH-1015 Lausanne, Switzerland
(@) guillaume.charbonnier@u-psud.fr

The Fe–Mn oxide fraction leached from deep-sea sediments has been increasingly used to reconstruct the Nd isotope composition of deep water masses, that can be used to track changes in oceanic circulation with a high temporal resolution. Application of this archive to reconstruct the Nd isotope composition of bottom seawater in shallow shelf environments remained however to be tested. Yet as the Nd isotope composition of seawater on continental margins is particularly sensitive to changes in erosional inputs, establishment of neritic seawater Nd isotope evolution around areas of deep water formation would be useful to discriminate the influence of changes in oceanic circulation and in isotopic composition of erosional inputs on the Nd isotope record of deep waters.

The purpose of this study is to test the potential of Fe–Mn coatings leached from foraminifera tests to reconstruct the Nd isotope composition of seawater in shelf environments for deep-time intervals. Albian to Turonian samples from two di erent outcrops have been recovered, from the Paris Basin (Wissant section, northern France) and from the Western Interior Seaway (Hot Spring, South Dakota, USA), that were deposited in epicontinental seas.

Rare Earth Element (REE) spectra enriched in middle REEs in the foraminifera leach at Wissant highlight the presence of Fe– Mn oxides. The similarity of the Nd isotopic signal of the Fe–Mn oxide fraction leached from foraminifera tests with that of fish teeth suggests that Fe–Mn oxides coating foraminifera can be good archives of shelf bottom seawater Nd isotopic composition. Inferred bottom shelf water Nd isotope compositions at Wissant range from -8.5 to -9.7 ε-units, about 1.5–2 ε-units higher than that of the contemporaneous local detrital fraction. At Hot Spring, linear REE spectra characterizing foraminifera leach may point to an absence of authigenic marine Fe–Mn oxide formation in this area during the Late Cenomanian–Early Turonian, consistent with dysoxic to anoxic conditions at Hot Spring, contemporaneous to an Oceanic Anoxic Event. The similarity of the Nd isotopic signal of the carbonate matrix of foraminifera with that of fish teeth suggests that it records the Nd isotope composition of bottom shelf seawater as well.

# SIGNATURE DIAGÉNÉTIQUE DES FORMATIONS CARBONATÉES BATHONIENNES DE L'OUEST DU BASSIN DE PARIS. APPORTS POUR LA COMPRÉHENSION DES PALÉOCIRCULATIONS DES FLUIDES

Rémi CHARTON[(1)], Pierre-Yves COLLIN[(1,@)], Yasin MAKHLOUFI[(2)], Françoise BERGERAT[(2)], Pascal AUDIGANE[(3)], Eric LASSEUR[(3)]

(1) Université de Bourgogne, UMR CNRS 6282 Biogéosciences, 6 Bd Gabriel, 21000 Dijon
(2) Université P. & M. Curie, UMR CNRS 7193 ISTEP, 4 place Jussieu, 75005 Paris
(3) BRGM , 3 Avenue Claude Guillemin , 45060 Orléans
(@) pierre-yves.collin@u-bourgogne.fr

Le Bassin de Paris suscite une forte attention de la part du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) en regard de son potentiel pour le stockage géologique du $CO_2$ ainsi que pour son exploitation géothermique. La Formation de l'Oolithe Blanche (Bathonien, Jurassique Moyen) et ses équivalents latéraux sont actuellement étudiés dans cette optique. Les capacités de stockage et d'exploitation sont notamment sous le contrôle des paramètres de porosité/perméabilité, influencés par la compaction et principalement ici la cimentation. L'histoire diagénétique de ces formations bathoniennes est marquée par différentes phases de circulation de paléofluides de natures météoritique, marine ou mixte.

Afin de mieux contraindre la composition et la nature des fluides à l'origine de la précipitation des ciments calcitiques, ainsi que le *timing* de ces paléocirculations, les phases de cimentation calcitiques ont été analysées à partir de sites à l'affleurement à l'ouest (Basse Normandie, Poitou) et au sud (Cher) du Bassin de Paris. Ces travaux viennent en complément de données acquises antérieurement au centre (carottes) et au sud-est (affleurement) du bassin.

Les séquences diagénétiques établies montrent des phases précoces de la diagenèse plus ou moins développées. Dans tous les sites, généralement 2 phases de calcite de blocage, typiques de la mésogenèse sont observées. Cependant, les teneurs en fer et les caractéristiques en cathodoluminescence de ces sparites suggèrent des degrés d'enfouissement variés et des fluides parents de compositions différentes montrant alors des origines de fluides variables. De même, si la cimentation est complète dans la plupart des sites étudiés, une porosité primaire intergranulaire est conservée dans les sites du Poitou, montrant de moindres paléocirculations de fluides sursaturés en carbonate de calcium. Dans la quasi-totalité des échantillons étudiés, des phases récentes (dissolution, précipitation de $CaCO_3$) imputables à la télogenèse sont observées et ont empêché tout prélèvement pour la caractérisation isotopique des calcites de blocage.

La comparaison des signatures diagénétiques ici obtenues avec les données du sud-est et du centre du bassin (Y. Makhloufi, thèse en cours) montre une grande hétérogénéité selon les secteurs, suggérant des origines variées des paléofluides à l'échelle du bassin, ou du moins des conditions et du *timing* selon lesquels se sont faites ces circulations. Ces données amènent donc à reconsidérer les modèles de paléocirculation des fluides établis à l'échelle du bassin de Paris.

# CARACTERISATION DES REMPLISSAGES SEDIMENTAIRES LACUSTRES EN AUVERGNE : QUELLE SENSIBILITE FACE AUX SEISMES ?

Léo CHASSIOT[1,@], Emmanuel CHAPRON[1], Christian DI GIOVANNI[1], Yannick MIRAS[2], Kazuyo TACHIKAWA[3], Patrick LAJEUNESSE[4], Patrick ALBERIC[1]

(1) Institut des Sciences de la Terre d'Orléans (ISTO), UMR 7323, Observatoire des Sciences de l'Univers en région Centre (OSUC), Campus Géosciences, 1A rue de la Férollerie, 45071 Orléans CEDEX 2, France.
(2) GEOLAB UMR 6042/CNRS, Maison des Sciences de l'Homme, Université Blaise-Pascal, 4, rue Ledru, 63057 Clermont-Ferrand CEDEX 1, France.
(3) CEREGE, Université Aix-Marseille, CNRS, IRD, Collège de France, Technopole de l'Arbois, BP80, 13545 Aix en Provence, France
(4) Centre d'Etudes Nordiques et Département de Géographie, Université Laval, Québec, QC G1V0A6, Canada.
(@) leo.chassiot@cnrs-orleans.fr

L'étude des enregistrements sédimentaires dans la région volcanique des Mont Dore permet de s'intéresser à des systèmes lacustres contrastés tant sur le plan limnologique, géomorphologique que dans leur degré d'anthropisation au cours du dernier millénaire. Dans cet objectif, une approche régionale comparée a été conduite sur trois systèmes lacustres : le lac de Guéry (lac de barrage d'origine glaciaire), le lac de Montcineyre (lac de barrage volcanique) et le lac Pavin (lac de maar), incluant une cartographie acoustique (bathymétrie et sismique réflexion), une étude des propriétés physico-chimiques du sédiment (analyse multi-paramètres à haute résolution) et une chronologie par datation au radiocarbone.

Les analyses menées permettent de caractériser une sédimentation de fond comprenant une part authigène et une part terrigène, et dont les flux paraissent étroitement liés à une anthropisation du bassin versant (Montcineyre et Guéry). Plusieurs remaniements gravitaires ont également été identifiés au sein des sédiments de façon visuelle par radiographie et sur les profils sismiques. Les modèles d'âges établis à partir d'analyses radiocarbone permettent d'attribuer une partie de ces remaniements gravitaires à une sismicité historique de la région, comme le séisme de 1863 au Mont-Dore enregistré au lac de Guéry. Dans ce même système, un remaniement gravitaire daté aux alentours de l'an 1300 a pu être identifié, correspondant à un évènement contemporain précédemment décrit sur les sites de Pavin et Montcineyre (Chapron et al., 2012). L'impact de l'anthropisation sur les milieux naturels a également pu être vérifié à travers l'identification d'un troisième remaniement gravitaire au lac de Guéry relié à la construction d'un barrage hydroélectrique en 1898.

L'identification d'un remaniement gravitaire autour du XIII-XIV$^{ème}$ siècle dans ces trois lacs favorise l'idée d'un facteur de déclenchement tectonique à l'échelle régionale, soulignant pour la première fois l'existence d'une paléo-sismicité en Auvergne. Toutefois, l'enregistrement de ces évènements diffère d'un système à l'autre. En effet, la morphologie subaquatique du lac, tout comme le degré d'anthropisation du site (construction de barrage, variation de niveau de lac et/ou des flux sédimentaires) peuvent altérer la stabilité des corps sédimentaires face à un séisme, et impacter de fait l'enregistrement de ce dernier.

Bibliographie :

Chapron et al., 2012 : New Evidence of Holocene Mass Wasting Events in Recent Volcanic Lakes from French Massif Central (Lakes Pavin, Montcineyre and Chauvet) and Implications for Natural Hazards in Y. Yamada et al. (eds.), *Submarine Mass Movements and Their Consequences*, Advances in Natural and Technological Hazards Research, 31.

# SÉDIMENTOLOGIE ET GÉOMÉTRIE D'UNE BARRE DE MÉANDRE HÉTÉROLITHIQUE DE L'ESTUAIRE DE L'EYRE (BASSIN D'ARCACHON, SW FRANCE): ANALOGIE AVEC LA FORMATION DE MC MURRAY (CANADA)

Chloé CHATEAU[(1)], Hervé GILLET[(1,@)], Hugues FENIES[(2)], Dale LECKIE[(3)]

(1) University of Bordeaux 1, UMR CNRS 5805 EPOC, Avenue des Facultés - 33405 TALENCE CEDEX - FRANCE
(2) CVA Engineering, 1 Place de la Coupole, 92084 Paris la Défense cedex
(3) NEXEN Inc., 801-7th Avenue SW, Calgary, AB, Canada
(@) h.gillet@epoc.u-bordeaux1.fr

La majorité des réserves d'hydrocarbures d'Atabasca (huile lourde du Canada) est stockée au sein de la formation de Mc Murray (d'âge Crétacé). Il s'agit, pour sa partie supérieure, d'un système de barres de méandres (*point bar*) estuariennes au sein desquelles les corps sableux sont segmentés par la présence de niveaux argileux (réservoirs hétérolithiques). Optimiser leur méthode d'exploitation par injection de vapeur et en minimiser l'impact écologique implique une meilleure connaissance de la géométrie et de la distribution des hétérogénéités au sein de ces réservoirs.

La barre de méandre estuarienne étudiée (*point bar* dit «des tuiles») se situe dans le delta de l'Eyre (SE du bassin d'Arcachon). Son étude avait pour objectifs (1) d'établir les critères de reconnaissance faciologiques de ces barres de méandres estuariennes hétérolithiques et (2) de mieux comprendre les processus de sédimentation qui influencent la géométrie des corps sableux et la distribution des hétérogénéités argileuses au sein de ce type de corps réservoirs.

L'étude s'appuie sur une «grille» resserrée de 10 vibro-carottes, longues de 4 à 7 m et espacée de 30 m, prélevées sur la partie émergée du *point bar*. L'analyse des carottes comprenait leur photographie, leur radiographie Rx, leur description sédimentologique, l'analyse granulométrique, l'estimation de la porosité à partir de lames minces, des datations $^{14}C$.

Le *point bar* des tuiles se subdivise en deux unités superposées, l'une homogène (unité inf.) et l'autre hétérolithique (unité sup.). Il constitue en cela un bon analogue des réservoirs de la formation de McMurray. L'unité inférieure (2 à 4 m d'épaisseur), homogène et continue, est exclusivement constituée de sable (quelques graviers dans le *channel lag* basal) présentant une grano-décroissance de la base (sable grossier) vers le sommet (sable fin). La présence de nombreuses dunes bidirectionnelles, séparées par des surfaces de réactivation, souligne l'influence des processus tidaux dans la mise en place de ces dépôts. L'association jusant/fluviatile apparaît ici dominante sur le flot seul.

L'unité supérieure (de 0,8 à 1,3 m d'épaisseur) est hétérolithique: les niveaux sableux y sont séparés par des niveaux argileux. Nous proposons que les niveaux argileux se déposent en période d'étiage sous contrôle tidal. Ils se mettent en place par décantation pendant la submersion du point bar lors des étales de marée haute. Alors que les niveaux de sables sont mis en place lors de la submersion du point bar par les courants fluviaux en période de crue. Ce type de fonctionnement voit donc se relayer, sous contrôle saisonnier, des processus décrits dans les environnements fluviatiles et tidaux. Comme les niveaux sableux sont plus nombreux à l'aval du *point bar*, nous en déduisons que l'influence fluviatile y est plus marqué.

Les dépôts du point bar (unité inf. et sup.) sont recouverts de 20 à 50 cm de sol intertidal actuel (tidal marsh). Sous le *point bar* se trouvent des dépôts de *tidal flat* et de *tidal marsh* anciens. La datation $^{14}C$ de ce dernier, nous a permis d'estimer la remonté relative du niveau marin dans cette partie du bassin à 4,5 m pour les derniers 4300 ans. La mise en place du *point bar* lui-même est comprise entre 2900 et 300 ans BP.

# FORMATION DE BRECHES ET EVOLUTIONS MORPHOLOGIQUES DES EMBOUCHURES TIDALES (LA FLECHE DE LA COUBRE, EMBOUCHURE DE LA GIRONDE)

Eric CHAUMILLON[1,@], Florian OZENNE[1], Xavier BERTIN[1], Nathalie LONG[1]

(1) Université de La Rochelle, UMR CNRS 7266 LIENSs, 2 Rue Olympe de Gouges, 17000 La Rochelle (@) eric.chaumillon@univ-lr.fr

Les embouchures tidales sont des environnements sédimentaires très importants pour l'homme car elles sont des voies de navigation, elles contrôlent les échanges d'eau et de sédiments entre les lagunes ou les estuaires et l'océan, ainsi que la dynamique des plages adjacentes. Pourtant, les processus de formation et d'évolution de ces embouchures restent mal connus et la prédiction de leurs évolutions demeure un défit scientifique.

Dans le cadre de l'ANR « DYNAMO », la flèche de la Coubre a été choisie comme modèle d'étude, car sa dynamique très importante permet de quantifier des évolutions à court terme. Proche du laboratoire, ce site permet en outre, de réaliser des mesures nombreuses et fréquentes.

Les résultats de l'étude géomorphologique correspondant à la tâche préliminaire aux mesures et modélisation numérique hydro-sédimentaires sont présentés ici. Pour cette tâche, 8 photographies aériennes et cartes anciennes (1892-1979) et 19 images satellitaires (2001-2012) ont été utilisées. Une modélisation numérique des paramètres de la houle ainsi qu'une estimation de la dérive littorale à la côte de 1998 à 2011 a également été réalisée.

La pointe de la Coubre est une flèche recourbée de 6 km de long qui s'est formée en 80 années environ, avec un rythme de croissance moyen de 70 m/an. La formation rapide de cette flèche est synchrone du basculement vers le sud du chenal principal de l'embouchure de la Gironde, ce qui suggère un contrôle par la dynamique de l'embouchure. Depuis 1977, la flèche de la Coubre a atteint la côte située en aval de la dérive littorale et n'est plus séparée de celle-ci que par une ou deux embouchures tidales. Ainsi, depuis 1977, la position globale de cette flèche n'évolue plus et sa croissance est bloquée. Néanmoins, de fortes évolutions morphologiques touchent le système d'embouchure entre la flèche et la côte aval. Ces évolutions comprennent : (1) la formation de brèches ; (2) l'évolution de certaines brèches vers de nouvelles embouchures tidales (en 1978 et 2001) ; (3) la migration des embouchures tidales néoformées vers la côte aval ; (4) la fermeture des embouchures les plus anciennes, au contact de la côte aval. Les conditions nécessaires pour qu'une brèche évolue vers une nouvelle embouchure comprennent une succession de fortes houles combinées à des marées hautes de vives-eaux ainsi que la proximité d'un chenal tidal en arrière de la flèche. Quant à la vitesse de migration de la nouvelle embouchure, elle dépend à la fois des variations temporelles de dérive littorale et de l'orientation des méandres du chenal d'embouchure et du réseau de drainage tidal principal de la baie.

# MODÉLISATION HYDRO-GÉOLOGIQUE DES NAPPES ET DE LA DIAGENÈSE PRÉCOCE ASSOCIÉE

Benoît CHAUVEAU[(1,@)], Youri HAMON[(1)], Anne BATTANI[(1)],
Didier GRANJEON[(1)], Marie-Christine CACAS[(1)]

(1) IFP Energies nouvelles, 1 & 4 Avenue de Bois Préau, 92852 RUEIL-MALMAISON
(@) benoit.chauveau@ifpen.fr

Les propriétés réservoirs sont originellement contrôlées par le faciès sédimentaire, puis sont fortement modifiées par l'histoire diagénétique, précoce ou tardive. Cette diagenèse va impacter les propriétés mécaniques des sédiments/roches sédimentaires à la surface (la cimentation influençant par exemple l'érodabilité, la préservation...) et en profondeur (la résistance à la compaction, le développement du réseau de fractures en profondeur). Mieux décrire quantitativement les processus diagenétiques représente donc un challenge scientifique et technique majeur.

De nombreux travaux ont déjà été publiés sur ce sujet, à partir de différentes approches: (1) des méthodes de transport réactif ont été utilisées pour la modélisation de différents types de processus diagénétiques ; (2) des méthodes géostatistiques couplant faciès et diagenèse (simulations emboitées, plurigaussiennes et bi-plurigaussiennes). En revanche, la modélisation directe couplant modélisations stratigraphique, hydrogéologique et diagénétique a été peu mise en avant, en dehors des travaux sur la diagenèse précoce météorique des plates-formes isolées (e.g. Whitaker *et al.*, 1997 ; Patterson *et al.,* 2008 among others).

Nous présentons ici un modèle numérique 2D dont l'objectif est d'évaluer l'impact de la diagénèse précoce sur les propriétés pétrophysiques du milieu. Ce modèle simule l'état stationnaire d'une nappe phréatique libre en interaction avec une topographie donnée. Le modèle hydro-géologique est construit sous l'hypothèse de Dupuit et prend en considération l'infiltration induit par la précipitation et le ruissellement, ainsi que la présence de lacs. Une fois l'équilibre hydrostatique connu, les processus diagenétiques peuvent être appliqués en fonction des environnements diagenétiques (zones vadose, météoritique et marine). Cette méthodologie permet d'étudier l'influence des processus stratigraphiques (variations tectoniques et eustatiques), et climatiques (précipitation et niveau de la nappe phréatique), sur les processus diagenétiques. Un travail de calibration à l'échelle du bassin est en cours afin de valider les lois utilisées pour représenter l'influence de la diagenèse précoce à une telle échelle spatiale et temporelle. Les premiers tests montrent que cette méthodologie apporte des informations précieuses pour mieux préciser: 1) les propriétés pétrophysiques initiales («éogénétiques») influencées par la cimentation, dissolution... ; 2) les propriétés mécaniques des sédiments/roches sédimentaires à la surface (la cimentation influençant par exemple érodabilité, préservation...).

Paterson R.J., Whitaker F.F., Smart P.L., Jones G.D., Oldham D. (2008). Controls on early diagenetic overprinting in icehouse carbonates: Insights from modelling hydrological zone residence times using CARB3D+. Journal of Sedimentary Research 78, 258–281.

Whitaker F., Smart P., Hague Y., Waltham D., Bosence D. (1997). Coupled two-dimensional diagenetic and sedimentological modeling of carbonate platform evolution. Geology, 25, 175-178.

# SEDIMENTATION UNDER CLIMATE, KARST, AND TIDE CONTROLS IN AN ESTUARINE KARST: EXAMPLE OF RADICATEL SPRINGS IN THE SEINE ESTUARY (NORMANDY, FRANCE)

Stéphane CHEDEVILLE[1,@], Benoit LAIGNEL[1], Joël RODET[1], Dominique TODISCO[2], Emmanuel HAUCHARD[1-3], Nicolas MASSEI[1], Guillaume HANIN [1].

(1) Université de Rouen, UMR 6143 M2C CNRS; SFR SCALE, 76821 Mont-Saint-Aignan, France
(2) Université de Rouen, UMR 6266 IDEES CNRS ; SFR SCALE, 76821 Mont-Saint-Aignan, France
(3) Communauté de l'Agglomération Havraise (CODAH), Hôtel d'agglomération, 19 rue Georges Braque, 76085 Le Havre cedex, France
(@) chedeville.stephane@gmail.com

Karst processes occur all around the world in different bedrocks carbonated or not. These processes, related to chemical weathering in association or not with mechanical erosion, create voids on the surface (dolina) and within the bedrock (karst conduit). These voids may contain allochthonous (supply of sediments from mechanical erosion), autochthonous (insoluble residues from chemical weathering of the bedrock) karstic filling or a mixture of both, according to the hydrodynamics and sediment sources.

In order to better understand the role of karst functioning in sediment transport in chalky context it appears essential to characterize 1) erosion/deposition of intrakarstic sediments and, 2) the controlling factors of the sedimentary transfer. Both can be studied at an experimental site in Seine Estuary: the Bruisseresse spring (Radicatel). The latter is an anthropogenic gallery considered as a karstic conduit, managed by the CODAH (COmunauté D'Agglomération Havraise) for water supply. The Bruisseresse is an exceptional site for studying the current karst sedimentation, comprising a sedimentary filling, rainfalls, turbidity and chalk aquifer water table time series, all dating back to 1988.

Several types of data were used: 1) the study of sediment by boreholes, 2) the use of a Suspended Particulate Matter (SPM) trap, and 3) the measurement of the current sedimentation height by an altimeter (fig. 1 & 2). All of these data allowed understanding of the sedimentation processes in the gallery.

The main results are: 1) the establishment of the time correspondence between sediment filling and turbidity time series, which allowed a better understanding of the sediment transfer processes, 2) the identification of controlling factors on karst sedimentation (turbid floods, variations of tidal coefficients and large-scale climate oscillations especially the North Atlantic Oscillation). The results allowed to establish a conceptual model of the hydro-sedimentary dynamic in an estuarine karst.

*Figure1 : Photo of sedimentation area*

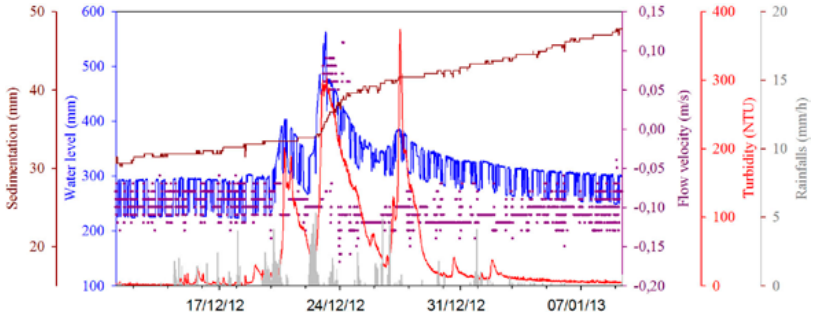



*Figure 2 : Hydro sedimentary variables during a flood event*

# CYCLICITY EVIDENCE OF THE CARBONATIC SERIES NEAR THE CENOMANIAN-TURONIAN BOUNDARY IN CENTRAL TUNISIA

Wafa CHERIF[(1)], Mohamed Hédi NEGRA[(1,@)], Jihene BEJAOUI[(1)], Daniele GROSHENY[(2)], Jalel JABALLAH[(1)]

(1) UR Pétrologie sédimentaire et cristalline, Université de Tunis El Manar, Faculté des Sciences de Tunis, Campus Universitaire, 2092, Manar II, Tunis.
(2) Université de Lorraine UMR CNRS 7359 Géoressources - BP 70239 F 54506 Vandoeuvre lès Nancy Cedex
(@) hedinegra@yahoo.fr

In central Tunisia, the Ain Zarga section which is located at the Dahmani area, about 40km to the South of El Kef city, exhibits well outcropping series of the Cenomanian-Turonian Bahloul Formation. The latter which is clearly correlatable to that at Oued Bahloul section, is composed of well bedded micritc limestones alternating with marls and marlstones. The limestone beds which are frequently laminated and black colored, exhibit a high content in organic matter. The Bahloul black shales directly and abruptly overlie the Cenomanian Fahdene marls. This abrupt transition coincides with a continuous red layer, centimetric in thickness, underlying the black shales.

The summital part of the Bahloul Formation also exhibits a highly bioturbated surface, rich in ammonite molds, clearly illustrating a low sedimentation rate.

As shown in the Oued Bahloul section (Caron et al., 1999; Zagrarni et al., 2008; Negra et al., 2011), the Bahloul "black shales" include varied and alternating facies, organized into metric cycles each comprising three units:

- Laminated limestones showing alternations of millimetric dark grey and light grey laminae
- Laminated argillacous limestones
- Bioturbated green to grey marlstones and marls

In terms of composition, the dark laminae are rich in organic matter (up to 4 % in TOC) and contain scarce and badly preserved pelagic microfauna. However, the light grey laminae and the bioturbated marlstones and marls contain loosely packed well preserved globular planktonic foraminifera and relatively frequent benthonic foraminifera.

According to our first results, the abrupt transition Fahdene marls-Bahloul black shales concides with a clear decrease of the benthonic foraminifera content and a clear enrichment in Heterohelicidae planktonic foraminifera. As mentioned by Navarro et al. (2009), this abrupt change could reflect a platform drawning leading to a low-oxygen environment and consequently to a Carbonate Productivity Crisis. This drawning is confirmed by the high values of TOC (up to 4%) dealing with a high productivity mainly of pelagic microorganisms and/or good preservation conditions probably in an-oxygen minimum zone.

In addition, the isotopic analyses show that the $\delta^{13}C$ values which range between 1 and 2.7 ‰ exhibit two positive excursions. The most obvious is the lowest one which coincides with the first black-shale beds and thus with the "transgressive event".

On the whole, biofacies changes could be related to a combination of varied factors including climatic changes, forcing factors, tectonic movements and sea level changes. The organic-rich facies of the laminated dark limestones points to periodic eutrophication of the surface waters and to anoxic conditions on the sea bottom (Caron et al., 1999; Van Buchem et al., 2002). The bioturbated marls suggest an oxygenated sea floor. This cyclicity could illustrate orbitally driven changes from a more arid to a more humid climate.

# EVOLUTION DES STYLES FLUVIAUX DE LA GARONNE ENRREGISTRÉS PAR LE REMPLISSAGE DE SA DERNIÈRE TERRASSE (MARTRES TOLOSANE-MURET)

Frédéric CHRISTOPHOUL[1,@], Vincent REGARD[1], José DARROZES[1], Joseph MARTINOD[1]

(1) UMR 5563 Géosciences Environnement Toulouse, 14 Avenue Edouard Belin, 31400 Toulouse.
(@) frederic.christophoul@get.obs-mip.fr

La Garonne, sur son cours moyen, présente un réseau dissymétrique de 5 niveaux de terrasses étagées dont les âges s'échelonnent tout au long du Quaternaire. La dernière terrasse de la Garonne dite « würmienne » montre un âge d'abandon vers 11 000 ans Cal BP (Bourgeat et al., 1983, Reimer et al., 2009). L'âge du début de l'aggradation fluviale reste inconnu.

L'étude couplée des faciès, grâce aux nombreuses gravières exploitées sur la terrasse et des styles fluviaux, reconstitués par photogrammétrie, nous a permis de reconstituer, en carte, l'ensemble des chenaux préservés sous la terrasse sur un tronçon de 45 km entre Martres-Tolosane et Muret, représentant une surface de 120 $km^2$.

La cartographie des formes fluviales montre trois styles :

Tresses. Cet ensemble est très développé dans la partie centrale du secteur étudié, accolé à la deuxième terrasse recoupée par une ceinture de méandres. On le retrouve au sud de la zone d'étude entouré par deux ceintures de méandres. Il est absent à l'extrême sud et au nord de la zone.

Méandres à faible sinuosité. Ces méandres sont présents dans la partie centrale de la terrasse, à la limite du lit actuel.

Méandres à forte sinuosité. Ces ceintures de méandres sont présentes au sud, où elles occupent toute la largeur de la terrasse et au nord, secteur où la largeur de la terrasse se réduit. Dans la partie centrale, ces méandres sont limités à la partie est de la terrasse et à une ceinture de méandre séparant en deux la zone de préservation des tresses.

Par ailleurs, la répartition de l'épaisseur de sédiments préservés sous la terrasse et au-dessus du substrat molassique montre une diminution de l'amont (17 m) vers l'aval (4,5 m).

La cartographie des styles fluviaux de la basse terrasse de la Garonne nous permet d'établir une chronologie relative. La Garonne a débuté son aggradation au dessus de la terrasse d'abrasion par une morphologie en tresse qui est passée progressivement à une morphologie méandriforme. Ces méandres se sont développés sur toute la terrasse au sud et recoupent les tresses vers le nord. Les ceintures de méandres ont ensuite migré vers l'est accompagnées d'une augmentation de la sinuosité avant l'abandon de la terrasse.

Cette évolution pourrait résulter d'une aggradation plus forte au sud de la zone (front topographique des Petites Pyrénées) que vers l'aval induisant une réduction de la pente en long de la Garonne. L'absence de datation précise du début de l'aggradation sur la terrasse ne permet pas, dans l'état actuel des connaissances, de relier cette évolution aux variations climatiques liées à la dernière déglaciation.

Bibliographie

Bourgeat, F., Icole, M., Revel, J-C. (1984) Les terrasses alluviales dans les petites Pyrénées et l'avant-pays molassique: les conditions de leur mise en place, Bulletin de l'Association française pour l'étude du Quaternaire, 21, 60-66.

Reimer, P.J. et al., (2009), IntCal 2010, Radiocarbon, 51, 1111-1150.

# THE POST-FORELAND FLUVIAL-ALLUVIAL SYSTEMS OF THE NORTH-PYRENEAN FOOTHILL

Frédéric CHRISTOPHOUL[1,@]

(1) UMR 5563 Géosciences Environnement Toulouse, 14 Avenue Edouard Belin, 31400 Toulouse.
(@) frederic.christophoul@get.obs-mip.fr

The classic evolution of the fluvial systems associated to the history of foreland basins starts with alluvial systems changing progressively to lower slope distributive fluvial systems. Grain size is supposed to reduce progressively with time as the catchments increase in size and the transport distance from the source area increases. During the syntectonic stage, accommodation in the basin is mainly made of tectonic subsidence resulting from crustal bending as a result of thrust stacking in the orogenic wedge. Less attention was given to the study of the post-foreland systems, when, in the history of the foreland basin, flexural subsidence ceases to be the main origin of accommodation in the basin. In such a case, what are the characteristics of the fluvial system? This abstract aims at showing an example of the evolution of the fluvial systems on the north Pyrenean post-foreland foothill.

The Aquitaine basin (southwest of France) is, since the beginning of the Iberia-Europe collision, during the Upper Cretaceous, the retro-foreland basin of the Pyrenean orogen. On a structural point of view, the Aquitaine basin is made from north to south of: 1) the tertiary foredeep, 2) the sub-Pyrenean fold and thrust belt and 3) the North Pyrenean Zone.

The syntectonic series includes the fluvial bearing formations from Maastrichtian to Paleocene, the marine deposits of the north Pyrenean trough (Early Eocene), the Upper Eocene molasses ("poudingue de Palassou") formation and the Oligocene through Lower Miocene north Pyrenean molasses. Low temperature thermochronology data indicate that the last thrust activity on the southern flank of the Pyrenees occurred in the Lower Miocene. Since then no syntectonic sedimentation is known. Middle Miocene to Lower Quaternary consists in fluvial to alluvial deposits covering the major part of the north Pyrenean piedmont (Fig. 1). This system exhibits a peculiar fan shape.

The post-foreland fluvial system of the north Pyrenean foothill involves several formations:

1) Helvetian to Tortonian molasses: This deposits consist in randomly alternating wide and low depth channels mainly filled by sands and gravels and floodplain deposits exhibiting numerous paleosoils with calcretes. They deposited in the foredeep of the basin. The upper part of the formation covers the sub-Pyrenean fold and thrust belt. 2) Ponto-Pliocene gravels**.** These gravels are made of heterometric gravels (clasts up to 75cm in diameter) with sandy and muddy matrix, interbedded with decimetre thick massive mud deposits lacking pedogenic features. This formation only deposited on top of the sub-Pyrenean fold and thrust belt with material issued from the Pyrenees. 3) The Lannemezan Fm: it is Pliocene to low Quaternary (?) in age. It is made of matrix supported coarse to very coarse gravels (clasts up to 2 m in diametre). Matrix is mainly muddy. The top of the formation is highly weathered. 4) Since lower Quaternary, the fluvial system stopped aggrading on the foothill. Quaternary deposits consist in a network of 5 stepped terraces. The age of the beginning of the foothill incision is not well constrained but it clearly posterior to the deposit of the Lannemezan Fm.

Thanks to the numerous seismic lines acquired all along the exploration of the Aquitaine basin by the hydrocarbon industry, we can precise the geometry of post-foreland sedimentary wedge. Interpretation of seismic lines shows how the tertiary fluvial deposits progressively onlap and finally cover the frontal structures of the sub-Pyrenean. This onlap illustrates the retrogradation of the fluvial system associated with the migration of the apex southward. It confirms the retrogradational stacking pattern identified on geological maps.

# SIMULATIONS NUMERIQUES ET MESURES IN SITU DU TRANSPORT SOLIDE DANS UNE CONTRACTION DE CHENAL: APPLICATION A LA LOIRE (FRANCE)

Nicolas CLAUDE[1,2,@], Pablo TASSI[1,3], Catherine VILLARET[1,3], Philippe JUGÉ[4], Matthieu LE BRUN[3]

(1) Université Paris-Est, Laboratoire d'hydraulique Saint Venant, ENPC, EDF R&D, CETMEF, 78400 Chatou, France.
(2) Ecole des Nationale des Ponts et Chaussées, (ENPC), 77455, Marne-la-Vallée, France.
(3) EDF R&D Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement (LNHE), 78400 Chatou, France.
(4) Cetu Elmis Ingenieries, Université François Rabelais de Tours, Chinon (France).
(@) nicolas-externe.claude@edf.fr

Le tracé en plan des cours d'eau se caractérise généralement par des variations de largeur de chenal plus ou moins significatives. Des études théoriques et expérimentales ont montré qu'une contraction de chenal entraine une érosion du lit tandis qu'un élargissement provoque des dépôts. Récemment, des simulations numériques ont mis en avant que les modèles hydrodynamiques bidimensionnels (2D) reproduisent relativement bien l'accélération des écoulements et l'érosion du lit associée. Néanmoins, en raison de la structure complexe des écoulements dans les zones d'élargissement, seuls les modèles tridimensionnels (3D) peuvent représenter précisément les processus morphodynamiques de ces unités [1,2,3]. Bien que ces études caractérisent bien la structure des écoulements et les bilans sédimentaires, il existe peu d'informations sur l'adaptation locale de la dynamique sédimentaire en fonction des variations de largeur de chenal.

Les objectifs de cette étude sont 1) de construire un modèle morphodynamique d'une zone de contraction et d'élargissement, localisée près d'Avoine sur la Loire moyenne (France), 2) d'analyser l'influence des variations de largeur de chenal sur la dynamique du transport sédimentaire. Les simulations numériques sont réalisées avec les modules hydrodynamiques Telemac-2D et Telemac-3D, couplés au module morphdynamique Sisyphe. Le modèle est validé à partir de données de terrain détaillées. Les données *in situ* ont été acquises avec un ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*), des échantillonneurs iso-cinétiques et des sondeurs mono et multifaisceaux.

La procédure de calibration a nécessité de définir des sous-tronçons avec des coefficients de rugosité spécifiques du fait que les caractéristiques des dunes observées sur les bathymétries multifaisceaux changent en fonction de la largeur du chenal. Avec cette approche, les modèles hydrodynamiques 2D et 3D donnent de bons résultats. Cependant, le modèle hydrodynamique 3D représente mieux la structure des écoulements sur le tronçon étudié. Le modèle morphodynamique est cours de calibration à partir des taux de charriages mesurés et des évolutions bathymétriques enregistrées. Ce modèle sera par la suite utilisé pour étudier l'évolution de la dynamique sédimentaire dans la contraction de chenal et dans la zone d'élargissement.

[1] Bui, M.D. and Rodi, W. (2008) Numerical simulation of contraction scour in an open laboratory channel, Journal of Hydraulic Engineering, 134 (4), 367-377.
[2] Lai, Y.G. and Greimann, B.P. (2010) Predicting contraction scour with a two-dimensional depth-averaged mode, Journal of Hydraulic Research, 48:3, 383-387.
[3] Peng, Y., Zhang, H. And Gu, R. (2013) 2D numerical simulation of flow characteristics in a channel narrowed by a cofferdam, Journal of Hydraulic Research, 51:2, 209-214.

# MORPHODYNAMIQUE ET STRUCTURE DES ECOULEMENTS ASSOCIEES AUX BARRES ALTERNES ET TRANSVERSALES : APPLICATION A LA LOIRE (FRANCE)

Nicolas CLAUDE[1,2,@], Benjamin MAGNIER[3], Pablo TASSI[1,3], Catherine VILLARET[1,3], Stéphane RODRIGUES[4]

(1) Université Paris-Est, Laboratoire d'hydraulique Saint Venant, ENPC, EDF R&D, CETMEF, 78400 Chatou, France.
(2) Ecole des Nationale des Ponts et Chaussées, (ENPC), 77455, Marne-la-Vallée, France.
(3) EDF R&D Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement (LNHE), 78400 Chatou, France.
(4) E.A 6293 GéHCO - GéoHydrosytèmes Continentaux, Département Géosciences-Environnement, Faculté des Sciences et Techniques, Université Francois Rabelais, Parc de Grandmont, 37200 Tours, France.
(@) nicolas-externe.claude@edf.fr

Les barres sédimentaires sont des unités morphologiques qui contrôlent les processus hydro-sédimentaires des cours d'eau. Les barres alternes, caractérisées par des séquences de fronts obliques suivis de mouilles, ont été étudiées intensivement sur modèles physiques. A l'opposé, peu d'investigations ont abordé la morphodynamique des barres transversales et la manière dont elles affectent la dynamique du transport solide. De plus, l'influence de la morphodynamique des barres sur l'hydrodynamique a été peu étudiée dans les cours d'eau naturels [1].

Pour cette étude, nous avons choisi le site de Bréhémont en Loire moyenne pour analyser la structure des écoulements et la morphodynamique de barres alternes et transversales (Figure 1). Ce travail a été réalisé à partir de mesures de terrain détaillées (relevés au profileur Doppler et bathymétries multifaisceaux) et de modèles hydrodynamiques bi et tridimensionnels.

Les configurations de barres alternes et transversales observées sur le site développent un comportement hydrodynamique complexe défini par une asymétrie des vitesses d'écoulement et des contraintes de cisaillement, la présence de courants secondaires et la séparation des filets de courant au sommet des macroformes. Ces structures d'écoulement affectent en retour la morphodynamique des barres. Un modèle conceptuel a été établi pour décrire les étapes permettant de passer de barres alternes à des barres transversales sur le site d'étude. Enfin, une étude de la paramétrisation des turbulences associées à la rugosité des dunes a été réalisée afin de mieux établir son influence sur les résultats des modèles morphodynamiques dans des systèmes fluviatiles avec des dunes.

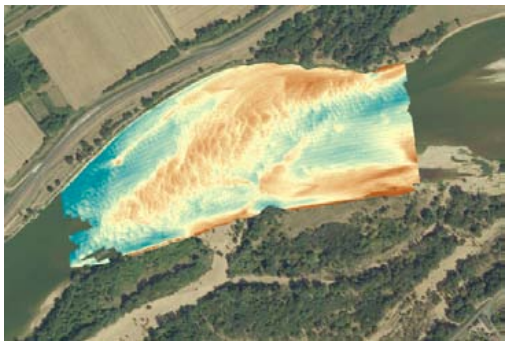
(a)  (b)

*Figure 1 – Barre transversale (a) et alternes (b) à Bréhémont, sur la Loire (France). La flèche indique la direction des écoulements.*

[1] Nicholas, A. P. et al. (2012), Modelling hydrodynamics in the Rio Paraná, Argentina: An evaluation and inter-comparison of reduced-complexity and physics based models applied to a large sand-bed river, Geomorphology, 169-170, 192-211.

# CONTRÔLE STRUCTURAL DU RÉSEAU DE VALLÉES TUNNEL DE L'ORDOVICIEN SUPÉRIEUR DU BASSIN D'ILLIZI, ALGÉRIE. VERS L'EXISTENCE DE DÉPRESSIONS / LACS SOUS GLACIAIRES.

Sylvain CLERC[1,2,@], Piero CASTELANO[1], Luca MATTIONI[1], Eric PORTIER[1]

(1) GDF-SUEZ EPI, Direction E&P, 1 pl. S. de Champlain, 92930 Paris la Défense Cedex – France
(2) GDF SUEZ E&P Nederlands, Einsteinlaan 10, 2719 EP Zoetermeer, The Netherlands.
(@) Sylvain.Clerc@gdfsuezep.nl

Le Bassin d'Illizi, en Algérie, est un basin paléozoïque situé au sud–est de la plateforme Saharienne. Depuis les années 1960, ce bassin a été très exploré et exploité, et à ce jour plus de 413 puits d'exploration y ont été forés, ainsi que 280 puits d'appréciation. L'un des principaux objectifs pétroliers de ce basin est constitué par les grès glaciaires de l'Ordovicien Supérieur (Hirnantien), qui ont pour roche couverture et roche mère le Silurien basal radioactif.

La zone d'étude est en outre couverte par plus de 9000 km de sismique 2D, dont 760 km retraités récemment, et 290 km² de sismique 3D haute résolution. Ce jeu de données très riche fait ainsi de ce bassin un cas d'étude privilégié de la dynamique de la calotte glaciaire hirnantienne, et en particulier du modèle de dépôt, associé à un cadre structural bien établi.

L'étude a d'abord consisté à vérifier la stratigraphie des puits disponibles sur la base des données de diagraphies et de carottes, puis à re-pointer sur la sismique les marqueurs du Cambrien jusqu'au Silurien, afin d'établir ensuite des cartes d'isopaques, en particulier celles des dépôts glaciaires hirnantiens.

Ainsi, il a pu être montré, non seulement la présence d'un réseau complexe de vallées glaciaires, anastomosées, localement profondes de plus de 400m, larges de 2 à 10 kilomètres, s'allongeant sur plusieurs dizaines kilomètres, mais également l'existence d'un large dépôcentre glaciaire, profond de plusieurs centaines de mètres et larges de quelques dizaines de kilomètres de diamètre. D'autre part, il apparaît que ces zones de surcreusement ou d'accommodation sont contrôlées par un système de failles héritées du socle panafricain, réactivé à l'Ordovicien, à l'image du môle de la Tihemboka ou de la faille du Fadnoun. Enfin, les vallées tunnel s'organisent autour de hauts structuraux et certaines semblent directement connectées à ce large dépôcentre.

La localisation de ces dépressions, ainsi que la distribution des vallées tunnel, apparaissent directement contrôlées par l'héritage structural. Si la distinction entre proglaciaire et sous-glaciaire n'est pas encore démontrée, les premiers résultats de cette étude permettent de proposer l'hypothèse de l'existence de dépressions ou lacs sous glaciaires, dont le drainage serait assuré par un réseau de vallées tunnel en aval (e.g. Hirst *et al.* 2002) et l'alimentation par un autre système en amont.

Hirst, J.P.P., Benbakir, A., Payne, D.F., Westlake, I.R., 2002. Tunnel Valleys and Density Flow Processes in the upper Ordovician glacial succession, Illizi Basin, Algeria: influence on reservoir quality. Marine and Petroleum Geology 25,297-324.

# ESTIMATION DES PARAMÈTRES DES CORPS SABLEUX DE SYSTÈMES FLUVIATILES MÉANDRIFORMES À PARTIR DE DONNÉES DE PUITS

Isabelle COJAN[1,@], Jacques RIVOIRARD[1], Pierre WEILL[1] et Fabien ORS[1]

(1) Geosciences, Mines-ParisTech, Fontainebleau, FRANCE,
(@) isabelle.cojan@mines-paristech.fr

Les modèles à base de processus consacrés aux systèmes méandriformes, comme FLUMY, en produisant des géométries de corps sédimentaires réalistes, exigent un grand nombre de paramètres, qui ne sont généralement pas accessibles à partir des jeux de données disponibles : la géométrie du chenal, la pente de la plaine d'inondation, le ratio de sable, l'intensité des crues et leur période de retour, la période d'avulsion... Ce grand nombre des paramètres qui limite généralement l'utilisation de tels modèles a été réduit à trois paramètres clés à partir d'une utilisation heuristique d'un modèle booléen pour prévoir la proportion de sable (Rivoirard et al., 2008). La géométrie du chenal et les processus gouvernant la construction de l'architecture fluviale (migration, aggradation et avulsion) sont alors déduits.

Nous présentons une méthode novatrice qui rend possible l'évaluation de ces trois paramètres clés à partir de n'importe quel type de données. Une illustration de la robustesse de la méthode est proposée à partir d'une étude de cas de terrain.

*Le ratio de sable* est facilement obtenu à partir n'importe quel affleurement ou ensemble de puits. Les autres paramètres ne peuvent être directement accessibles qu'à partir de larges affleurements mais doivent être déduits de l'analyse des données du puits.

Au lieu de se concentrer sur la géométrie du chenal, la méthode s'intéresse dans les puits ou coupes aux épaisseurs des traversées de sable. Classiquement, dans la distribution de ces épaisseurs de sable, les petites valeurs sont attribuées aux pieds ou queues de barres de méandres, ou aux lobes de crevasses tandis que l'on considère que les grandes valeurs de représentent des barres amalgamées. Une estimation de la *profondeur maximale du chenal* est ainsi obtenue à partir du covariogram des traversées de sable. Elle est choisie à la première rupture de pente du co-variogram.

*L'extension des corps sableux* est obtenue à partir d'une description simplifiée des barres de méandre en une succession d'ensembles, représentant chacun une migration unitaire. Dans ce contexte, la fréquence relative des grands croisements de sable est reliée à l'extension de corps sableux. Une fois connue l'extension des corps sableux, la fréquence d'avulsion peut être déduite.

Nous présentons une illustration de la méthode à partir de la série méandriforme d'âge miocène inférieur du bassin de Loranca. Le test est conduit sur deux intervalles de 30m d'épaisseur chacun, montrant des ratio de sable contrastés (intervalle 1 - 15 %, 2 - 30 %). L'estimation des deux autres paramètres est tout à fait en accord avec les mesures directes effectuées sur le terrain : profondeur du chenal estimée à 3m/ mesure terrain entre 2,8 -3,3m, une extension des corps sableux estimée à 170m/ mesures de terrain entre 130-170 m.

L'excellente correspondance entre les paramètres déduits des observations de terrain et ceux estimés à partir de cette description simplifiée des barres de méandres illustre le potentiel de cette méthode dans le cas de données de puits.

Rivoirard, J., Cojan , I., Renard, D.and F. Geoffroy (2008) Advances in quantification of process-based models for meandering channelized reservoirs, VIII International Geostatistics Congress, Geostats 2008, 607-616.

# COMBINED LATE QUATERNARY EUSTATIC AND TECTONIC IMPACTS ON THE NORTHERN VENEZUELA MARGIN. FIRST RESULTS OF A HIGH RESOLUTION SEISMIC SURVEY

Sirel COLON[1,2,@], Christian BECK[1], Franck AUDEMARD[2],
Crelia PADRON[3] and Marc DE BATIST[4].

(1) ISTerre, UMR CNRS 5275, Université de Savoie/Grenoble-Alpes, F-73376 Le Bourget du Lac.
(2) FUNVISIS, Prolongación Calle Mara, El Llanito, Caracas 1073, Venezuela.
(3) Departamento de Ciencias de la Tierra. Universidad Simón Bolivar. Valle de Sartenejas, Caracas, Baruta, Venezuela.
(4) Renard Centre of Marine Geology (RCMG), Universiteit Gent, Krijgslaan 281-S8, B-9000 Ghent, Belgium.
(@) scolon@funvisis.gob.ve

The continental shelf north of Central Venezuela is partially or completely structurally controlled by major right lateral strike slip active faults (e.g. San Sebastián and Tacagua faults), comprising three physiographic provinces, from west to east: the Golfo Triste Platform, the Choroní Basin and the Guaira Platform. The two mentioned platforms are of erosional type; the Choroní Basin is a deep depression, which is incised by submarine canyons. These canyons seem to be related to turbidity currents with greater flows during the Pleistocene wetter periods. Following several authors, these submarine canyons are partially or completely structurally controlled by major structures present in the north-central coastal range of Venezuela.

We investigated the Late Pleistocene-Holocene sedimentary cover through high resolution seismic profiles acquired by a joint effort of several institutions (FUNVISIS with the Universities of Savoie –France-, Ghent –Belgium- and UDO –Venezuela). Two regional unconformity-bounded seismoestratigraphic units related to MIS 2 (Last Glacial Maximum) and MIS 6 have been identified and mapped throughout the survey area. The San Sebastián fault shows a linear deformation in the eastern profiles. In contrast to the west, we observe in some profiles an intense deformation zone with two possible fault traces that looks like a positive flower structure. Two alternate interpretations are viable for these features: they are of tectonic origin; or they correspond to large submarine gravitational instabilities. In addition, using a series of sedimentary features, subsidence model and the relative sea level history, we have reconstructed the shelf paleo-bathymetry for the lowstand stages. This has led to propose an estimate for the vertical slip component of the San Sebastián fault (Figure 1). However, in the La Guaira platform, a major issue still to be solved is whether this shelf was sub-areal or sub-aquatic during lowstand - glacial- periods.

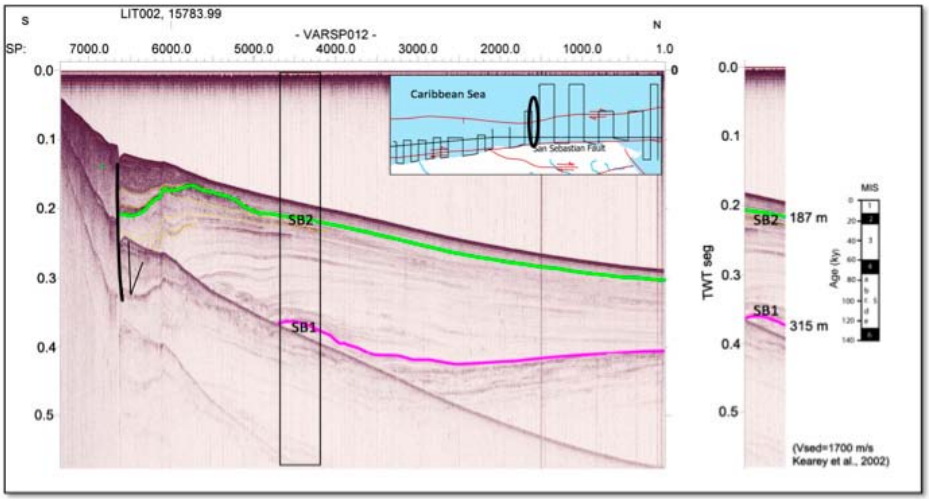



*Figure 1. Seismic profile VARSP012 imaging the Sebastián fault and the regional unconformity- bounded seismostratigraphic units.*

# SILLONS ET NIVEAUX INDURES : INTEGRATION DES DONNEES GEOPHYSIQUES ET GEOTECHNIQUES (BLOC 17, OFFSHORE ANGOLA)

Julien CONTET[1,@], Patrice IMBERT[2], Eric CAUQUIL[3]

(1) Georex Assistance Technique, 145 rue Michel Carré, 95100 Argenteuil, France,
(2) Total CSTJF, avenue Larribau, 64018 Pau, France
(3) Total S.A.Tour Newton, 9, Place des Vosges, Quartier Gambetta, La Défense 5 92400 PARIS LA DÉFENSE, France
(@) JContet@georex.com

La mise en développement du champ de CLOV (Bloc 17 Offshore, Angola) a nécessité l'acquisition de données acoustiques THR par sondeur de sédiment et de données géotechniques. La combinaison de ces données permet de mieux comprendre la mise en place de sillons observés au fond de la mer ainsi que la façon dont ils migrent au cours du temps. Cette étude a ainsi permis de mettre en avant les mécanismes d'initiation et d'évolution des sillons et propose un modèle général qui diffère des processus de formation suggérés sur la seule base de l'utilisation de la sismique d'exploration 3-D.

L'initiation des sillons aurait une origine érosive. De puissants courants engendreraient la formation de grandes dépressions linéaires sur le fond de mer conduisant à la création d'une topographie irrégulière. C'est la phase d'initiation. Dans une seconde phase, des courants d'upwelling obliques vis-à-vis des sillons érosifs initiaux, déposeraient des sédiments fins sur la face amont de ces sillons alors que les faces aval seraient balayées par le courant sans dépôt. Ce mécanisme permet la formation de séquences en onlap. La migration est ainsi entretenue par ces courants actifs. Le modèle proposé s'inspire de celui de Migeon *et al*. (2000) pour expliquer la formation et l'évolution des structures associées aux *sediment-waves* de la ride du Var.

L'intégration des données acoustiques et sismiques, calibrées par des données géotechniques et de forage a également permis la détection de nombreux horizons indurés. La compréhension de ces horizons est essentielle car ils peuvent avoir un impact important durant les premières phases de forage (jetting du Conductor Pipe), conduisant parfois à des refus. Différentes hypothèses ont été proposées (carbonates dérivés du méthane ou niveaux érosifs dont la réponse acoustique est relativement identique) pour l'origine de ces horizons.

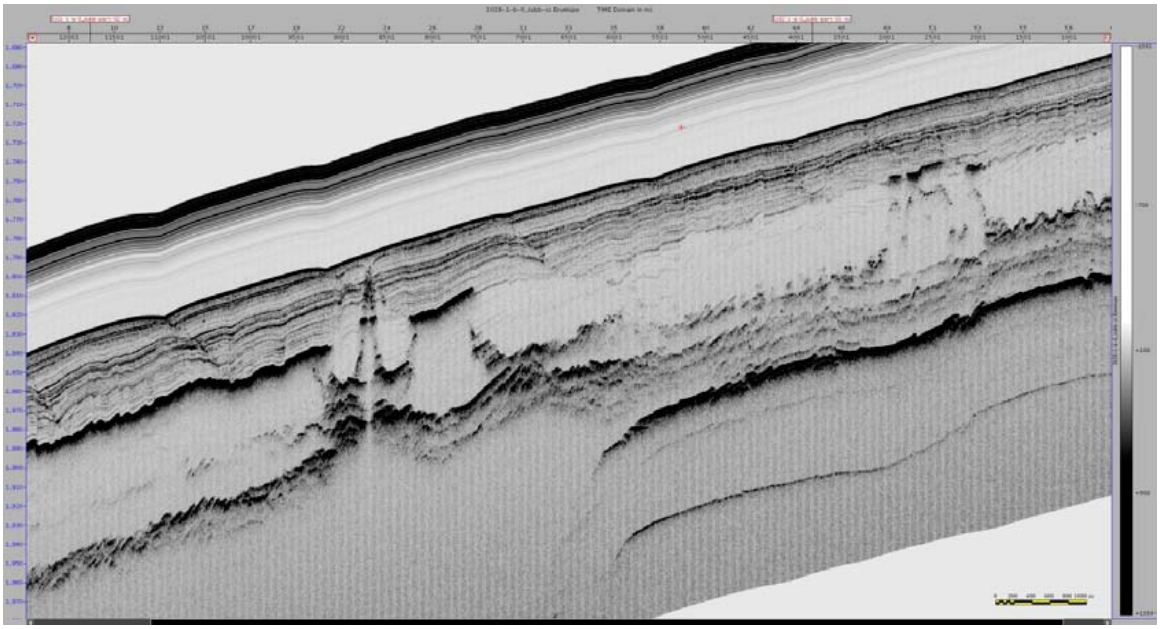


*Figure n°1 : Section issue du sondeur de sédiments (campagne AUV, CLOV)*

# DES PIERRES DE CONSTRUCTION AU PATRIMOINE GEOLOGIQUE

Annie CORNÉE[1,@], Patrick DE WEVER[1] et Grégoire EGOROFF[1]

(1) Muséum national d'histoire naturelle, Géologie CP 48, 43 rue Buffon, 75005 Paris
(@) cornee@mnhn.fr

Les matériaux utilisés pour la construction sont le reflet de la géologie locale, surtout dans les monuments ou bâtiments anciens. L'observation de ces matériaux et leur liaison avec l'architecture permettent de susciter l'intérêt du public vis-à-vis de la géologie et de le sensibiliser à un nouveau type de patrimoine : le patrimoine géologique. Une telle approche a été utilisée dans deux types de collections d'ouvrages du MNHN.

A) Balades géologiques en ville

Les fascicules de cette collection décrivent en une trentaine de pages des circuits géologiques en ville qui montrent les relations entre les roches, l'architecture, l'aménagement de la ville, son histoire (cf. Egoroff *et al.,* ce volume).

B) Patrimoine géologique/ Stratotypes.

Un stratotype, étalon de l'échelle des temps géologiques, a aussi un intérêt scientifique évident. A ce titre, il doit être préservé et protégé. Pour faire accepter les éventuelles contraintes liées à cette protection, il importe de le faire connaître à la population locale, aux responsables des collectivités territoriales, aux décideurs et de les sensibiliser à la valeur patrimoniale de ces sites. C'est pourquoi chaque volume de cette collection –qui en compte quatre jusqu'à présent- comporte un chapitre qui évoque les relations entre l'Homme et le stratotype traité (Figure).

Avec ces collections, le but est d'associer différents types de patrimoine : scientifique, industriel, architectural, historique, artistique.

Hanzo. M. (coord.), 2012. Stratotype Hettangien. Paris, Muséum national d'Histoire naturelle - Mèze, Biotope, 318 pages, (Patrimoine géologique ; 3).

*Page qui introduit le chapitre « L'Hettangien et l'Homme » in Hanzo (2012). La gravure illustre les carrières d'Hettange-Grande choisies comme stratotype de cet étage. L'histoire de leur exploitation est longuement décrite dans ce chapitre par Ph. Stachowski.*

# VARIATIONS CLIMATIQUES DES DERNIERS 11 KA DANS LES ALPES DU NORD ENREGISTRÉES PAR DES STALAGMITES

Isabelle COUCHOUD[(1,2,@)], Russell DRYSDALE[(2,1)], Yves PERRETTE[(1)], Marine QUIERS[(1)], Pierre SABATIER[(1)], Fabien ARNAUD[(1)], John C. HELLSTROM[(3)]

(1) Laboratoire EDYTEM, UMR CNRS 5204, Université de Savoie, bâtiment Pôle Montagne, 73376 Le Bourget du Lac cedex
(2) Department of Resource Management and Geography, Melbourne School of Land and Environment, The University of Melbourne, Parkville, VIC 2010, Australia
(3) School of Earth Sciences, The University of Melbourne, Parkville, VIC 2010, Australia
(@) isabelle.couchoud@univ-savoie.fr

Les enregistrements continentaux de la variabilité climatique holocène dans les Alpes sont rares et il est souvent délicat d'identifier l'influence des activités anthropiques.

Ici nous présentons les enregistrements à haute résolution (isotopes stables, éléments traces) fournis par des stalagmites du massif des Bauges (Alpes du Nord), dans une grotte de l'étage montagnard (~1400m). Leur signal de $\delta^{18}O$ est interprété en terme de température et précipitations tandis que leur signal de $\delta^{13}C$ est interprété en termes de développement du sol et d'activité biopédologique, dépendant à la fois des paramètres climatiques et anthropiques.

Plusieurs événements climatiques ont été identifiés, dont l'événement froid à 8,2 ka BP, pour la première fois dans la région.

Nous exploiterons la complémentarité des proxies enregistrés par ces stalagmites pour accéder à une représentation plus complète des changements environnementaux à l'Holocène dans les Alpes du Nord. Nous comparerons également ces enregistrements à ceux fournis par les archives naturelles régionales (lacs, tourbières, glaciers). Enfin nous élargirons la comparaison aux archives climatiques soumises aux influences de l'Atlantique Nord et de la Méditerranée et discuterons la nature des forçages qui ont pu influencer le climat dans cette région de montagne de l'Europe de l'ouest.

# UN VOLCANISME PALÉOPROTÉROZOÏQUE POST-BIRIMIEN SUR LE CRATON OUEST-AFRICAIN ? MARQUEURS DÉCOUVERTS EN BASE DE LA COUVERTURE SÉDIMENTAIRE MÉSOPROTÉROZOÏQUE

Renaud COUËFFÉ[1,@], Claude DELOR[1], Hervé THÉVENIAUT[1], Sergei SERGEEV[2]

(1) BRGM – Direction des Géoressources, 3 Avenue Claude Guillemin, BP 36009, 45060 Orléans Cedex 2, France
(2) VSEGEI – Centre of Isotopic Research – 74 Sredny prospect – 199106 ST-PETERSBURG, Russia
(@) r.coueffe@brgm.fr

Dans le cadre du projet PASMI (cartographie géologique du Sénégal oriental) financé par l'Union Européenne, des travaux détaillés ont concerné le Supergroupe de Madina-Kouta dont les premiers termes sont localement représentés par un niveau conglomératique très hétérométrique et polygénique rattachés à la Formation de Kafori (Stenien à Tonien).

À échelle régionale, la Formation de Kafori est caractérisée par ses importantes variations d'épaisseur (de quelques dm à plus de 40 mètres), les dépôts révélant une géométrie typique d'incisions fluviatiles. Là où elle est la plus épaisse, de spectaculaires affleurements montrent la superposition de corps conglomératiques métriques où alternent des faciès de type *clast-supported* et de type *matrix-supported*, objets de cette communication.

Les éléments des conglomérats sont particulièrement intéressants, tant du point de vue granulométrique, avec une très forte hétérométrie, que du point de vue typologique, avec une grande variété lithologique. À côté des nombreux galets subanguleux de pélites, de micaschistes, de quartzite foliée et de granitoïdes issus du substratum birimien local, on trouve ainsi

(i) de fréquents galets de quartz laiteux, parfois présents sous forme de fragments pluridécimétriques de filons à tourmaline;

(ii) des éléments épars de lithologie plus rare mais connu régionalement dans le substratum birimien (pegmatite à tourmaline, gabbro, brèche volcanique, facies magmatiques variés).

Mais, là où l'incision est la plus prononcée, les conglomérats se caractérisent surtout par la présence en abondance de blocs de rhyolite, avec 2 faciès distincts : l'un « frais » de teinte grise dominante, l'autre de teinte rougeâtre fortement altéré.

Dans la Formation de Kafori, les structures sédimentaires, la forme anguleuse des éléments, l'hétérométrie et la typologie variées des galets et des blocs caractérisent un transport court, sous l'effet d'une dynamique fluviatile, d'éléments provenant d'affleurements volumineux proches. Parmi les éléments remaniés, les galets et blocs rhyolithiques sont uniques du fait de leur abondance locale et l'absence d'affleurements connus de ces faciès à échelle régionale. Mais aussi et surtout du fait de leur âge déterminé à 1764 ± 15 Ma par datation U-Pb (12 zircons).

La Formation de Kafori comporte par conséquent des éléments témoignant d'évènements volcaniques acides, effusifs, post-birimiens, non documentés à ce jour sur le craton ouest-africain. Aucun affleurement rhyolitique post-birimien n'est en effet connu régionalement alors que les caractéristiques sédimentologiques attestent d'une origine locale des éléments. L'étude détaillée de la base de la couverture sédimentaire mésoprotérozoïque est probablement l'une des clés pour reconstituer les évènements géologiques affectant le craton ouest-africain, depuis la fin du Birimien (2Ga) jusqu'à la mise en place des premiers dépôts sédimentaires du bassin de Taoudéni et de ses satellites.

# LES FOSSÉS SYNRIFT EN LANGUEDOC : STRUCTURES D'INTERFÉRENCE ENTRE COMPRESSION PYRÉNÉENNE ET EXTENSION OLIGO-AQUITANIENNE

Renaud COUËFFÉ[1,@], Alain BUISSON[2], Frédéric LACQUEMENT[1], Bruno TOURLIÈRE[1], François-André DUBOIN[2], Ophélie DURAND[2]

(1) BRGM – Direction des Géoressources, 3 Avenue Claude Guillemin, BP 36009, 45060 Orléans Cedex 2, France
(2) LUNDIN International, Maclaunay, 51210 Montmirail, France
(@) r.coueffe@brgm.fr

En 2011-2012, le BRGM a procédé à l'interprétation géologique de 30 lignes sismiques retraitées dans l'emprise du permis de recherche d'hydrocarbures « Plaines du Languedoc » détenu par LUNDIN International.

L'interprétation des profils sismiques a tenu compte de l'ensemble des données géologiques disponibles sur et à proximité de la zone d'étude : informations géologiques de surface fournies par les cartes géologiques ; puits pétroliers, sondages miniers et forages recensés dans la Banque du Sous-Sol gérée par le BRGM ; carte gravimétrique interprétée de LUNDIN. Du fait de la rareté des puits permettant un calage stratigraphique des marqueurs sismiques, l'interprétation a reposé principalement sur l'analyse de la géométrie des réflecteurs et de leurs relations qui a permis de hiérarchiser les marqueurs sismiques et de mettre en évidence des géométries faillées complexes. L'analyse des lignes sismiques a permis d'établir une chronologie relative des principales discontinuités, cohérente avec la succession des évènements géodynamiques régionaux.

L'interprétation géologique des profils sismiques a donné lieu, en s'appuyant sur les données de forages et les données d'affleurement, à la réalisation d'une carte isopaque des terrains formant la couverture cénozoïque (série synrift oligo-aquitanienne et série postrift miocène à plio-quaternaire). La zone d'étude révèle une succession de structures extensives subparallèles à la bordure cévenole. Au cœur des principaux dépocentres (bassin de l'Hérault, fossé de Thézan, fossé de Narbonne-Sigean), la couverture dépasse 1000m d'épaisseur tandis que sur la majeure partie de la zone, elle oscille entre 300 et 500 mètres. La bordure ouest des dépocentres est généralement marquée par de forts gradients d'épaisseur initiés par des failles normales.

Les isopaques de la série synrift soulignent par ailleurs plusieurs structures affectant le Mésozoïque (zones à épaisseur synrift nulle ou très faible) qui s'alignent souvent pour délimiter les dépocentres synrift et former les épaulements des grabens / fossés. La série prérift est ainsi affectée d'une série de structures compressives d'origine pyrénéenne, de direction subparallèle à la bordure cévenole (SW-NE), plus ou moins reprises en extension lors de la distension oligo-aquitanienne.

A l'échelle du permis, les structures mises en évidence se répartissent au sein de deux compartiments tectoniques dont la limite géographique emprunte le tracé de la vallée de l'Orb :

- à l'Est, les structures extensives identifiées le long de la bordure cévenole interagissent peu (ou seulement à échelle locale) avec les structures compressives pyrénéennes du système du « Pli de Montpellier » ;
- à l'Ouest, le modèle structural est nettement plus complexe, avec la présence de plusieurs structures compressives pyrénéennes sous couverture cénozoïque. Dans ce compartiment, plus proche des Corbières et isolé de la marge du Golfe du Lion par la structure en roll-over de La Clape, les structures prérift résultent d'une reprise moins importante des plis et chevauchements pyrénéens lors de l'extension oligo-aquitanienne.

# GÉOMÉTRIE DES SÉRIES SYNRIFT ET POSTRIFT EN CAMARGUE ET CRAU : APPORT À LA COMPRÉHENSION DES STRUCTURES PRÉRIFT PIÉGÉES SOUS COUVERTURE (PROJET VASCO)

Renaud COUËFFÉ[1,@], Sandrine GRATALOUP[1], Guillaume BADINIER[1], Fabien PAQUET[1], Isabelle THINON[1], Bruno TOURLIÈRE[1], Guillaume MARTELET[1]

(1) BRGM – Direction des Géoressources, 3 Avenue Claude Guillemin, BP 36009, 45060 Orléans Cedex 2, France
(@) r.coueffe@brgm.fr

Le projet VASCO (Valorisation et Stockage du $CO_2$) réalisé en 2011-2012 a été conçu collectivement afin de définir une stratégie adéquate de réduction des émissions de $CO_2$ dans la région industrielle et portuaire autour de Fos-sur-Mer. Il a été coordonné par le Pole Risque et financé par l'ADEME, la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, les entités publiques locales (SAN Ouest Provence, Communautés d'Agglomération du Pays de Martigues), le Grand Port Maritime de Marseille, les acteurs industriels (Air Liquide, ArcelorMittal, Ciments Calcia, EDF, E.ON, GDF-Suez, et Geogreen), et les instituts de recherche (BRGM, Ifremer, IFP Energies nouvelles).

Le BRGM y a conduit la phase 5 du projet, visant à identifier et caractériser des sites potentiels de stockage géologique de $CO_2$ en aquifères salins, dans un secteur couvrant le synclinal de l'Arc, la Crau, la Camargue et le domaine offshore au large de Marseille et Fos-sur-Mer. Cartes géologiques, sondages (puits pétroliers, forages de la Banque du Sous-Sol) et données sismiques pétrolières retraitées (42 lignes unitaires, 5 transects régionaux) ont été intégrées afin de réaliser (i) une cartographie isopaque des séries postrift et synrift et (ii) un écorché anté-oligocène figurant les structures prérift piégées sous couverture.

Malgré leur retraitement, les images sismiques retraitées n'imagent que faiblement la géométrie des réservoirs ciblés (Barrémien et Jurassique supérieur carbonatés) dans les séries prérift. Néanmoins, la géométrie des séries synrift (oligo-aquitaniennes) et postrift (mio-plio-quaternaires) à l'échelle du secteur d'étude renseigne sur la structuration du bâti mésozoïque : les isopaques de la couverture cénozoïque (en particulier celles des dépôts synrift) et l'analyse de la carte des anomalies gravimétriques fournissent un guide intéressant pour contraindre la nature des structures prérift et permettent d'identifier des configurations géométriques favorables au stockage géologique de $CO_2$.

Pour la Crau, l'interprétation géologique des lignes sismiques retraitées fournit un modèle structural où géométrie de la couverture cénozoïque (postrift et synrift) et structuration du bâti prérift sont étroitement liées : les dépocentres synrift se développent au front d'anticlinaux pyrénéo-provençaux affectant le Mésozoïque, tandis qu'au droit de ces plis prérift, l'épaisseur de la couverture cénozoïque est moindre avec des dépôts synrift quasi inexistants. Le modèle structural défini pour la Crau est partiellement validé en Camargue, en particulier pour les structures prérift éloignées de la faille de Nîmes. La structure des Stes-Maries-de-la-Mer et l'anticlinal de Peaudure s'apparentent ainsi à des structures compressives pyrénéo-provençales piégées sous une couverture cénozoïque peu épaisse car incomplète (absence de synrift). A proximité du faisceau de failles de Nîmes, la structuration des séries prérift semble relever principalement de l'extension oligo-aquitanienne. Les points hauts mésozoïques sont alors interprétés soit comme des horsts bordant le fossé de Vistrenque (Bellegarde, Beaucaire), soit comme des roll-over associés à la faille de Nîmes (Mas-de-Madame) rejoignant en ce sens l'hypothèse proposée par Benedicto Esteban (1996).

Référence bibliographique :

Benedicto Esteban A., 1996. Modèles tectono-sédimentaires de bassins en extension et style structural de la marge passive du Golfe du Lion (partie nord), Sud-Est France. Thèse de doctorat, Université de Montpellier II, 235 p.

# PLIO-QUATERNARY EVOLUTION OF AN INTRA-SHELF BASIN IN MIXED SILICICLASTIC-CARBONATE SETTINGS (BONAPARTE BASIN, NW AUSTRALIA)

Simon COURGEON[(1,@)], Julien BOURGET[(2)], Stéphan JORRY[(1)]

(1) Laboratory of Sedimentary Environments, Department of Marine Geosciences, IFREMER, Pointe du Diable, 29280 Plouzané, France
(2) School of Earth and Environment, Centre for Petroleum Geosciences and $CO^2$ Sequestration, University of Western Australia, 35 Stirling Hwy, Crawley, WA 6009, Australia
(@) simon.courgeon@gmail.com

During the Plio-Quaternary, the Bonaparte Basin is characterized by the development of a wide (up to 200km) intra-shelf basin (the Malita ISB) evolving under conditions of low tectonic activity. Based on 3D and 2D seismic surveys combined with exploration well data, this study demonstrates that the stratigraphic organisation of the Malita ISB is mainly driven by fluctuations of the relative sea-level. It can be divided in three main 3rd-order system tracts: (1) a transgressive system tract, corresponding to a period of active carbonate aggradation during the late Pliocene, (2) a highstand system tract, associated with a period of strong carbonate progradation during the early-middle Quaternary, and; (3) a last system tract phasing late Quaternary high-frequency fluctuations of the accommodation space, and associated with backstepping and progressive burial of most of antecedent carbonate platforms by mixed siliciclastic/carbonate sediments. In detail, 3D seismic stratigraphy and geomorphology analysis reveals that the mixed sedimentary system of the Malita ISB is also associated with higher-order sequences, marked by phases of carbonate growth during 4th to 5th order transgressions and highstands, while tide-dominated shallow water deposits accumulate during 4th – 5th order lowstands. Throughout the late Pliocene and up to the middle Quaternary, periods of lower sea-levels were associated with widespread tidal and fluvial incisions across the intra-shelf basin, resulting in a complex stratigraphic architecture in the inter-reef areas. Our findings clearly indicate that the well constrained Plio-Quaternary evolution of the Malita ISB represents an outstanding analogue to improve the knowledge of ancient intra-shelf basin depositional settings, which frequently coincide with prolific hydrocarbon systems.

# MICROBIALITES, OSTRACODES ET OXYGÉNATION APRÈS LES ÉVÉNEMENTS DE LA LIMITE PERMIEN - TRIAS

Sylvie CRASQUIN[(1,@)], Pierre-Yves COLLIN[(2)], Marie-Béatrice FOREL[(3)] & Steve KERSHAW[(4)]

(1) CR2P, CNRS – MNHN - UPMC - Paris 06, 4 place Jussieu, case 104, 75005, Paris, France
(2) Univ. de Bourgogne, CNRS UMR 6282 Biogéosciences, 6 Bd Gabriel, 21000 Dijon, France
(3) Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, 388 Lumo Road. Wuhan, China
(4) Institute for the Environment, Brunel University, Uxbridge, Middlesex, UK
(@) sylvie.crasquin@upmc.fr

Il y a environ 252 Ma, l'extinction en masse de la fin du Permien (EFP) se caractérise par l'éradication plus de 90% des espèces marines. À la suite de cet événement, des formations microbiennes ont colonisé l'espace laissé vacant sur les plates-formes suite à l'extinction des métazoaires squelettiques. Ces microbialites post-extinction sont abondantes dans les environnements marins peu profonds de la Paléo- et de la Néo-Téthys aux basses latitudes durant le Trias basal (zone à *Hindeodus parvus*). Les conditions paléoenvironnementales ayant conduit à leur formation restent encore discutées mais on considère désormais qu'une remontée par upwelling d'eaux appauvries en oxygène et ne contenant pas de carbonate additionnel (les microbialites n'ont pas de ciment inorganique abondant), est nécessaire à leur croissance (Kershaw *et al*., 2012). Les microbialites ont été longtemps considérées comme dépourvues de faunes associées, en dehors des quelques conodontes ayant permis leur datation.

Notre équipe a étudié de nombreuses coupes sur le pourtour téthysien (Paléo- et Néotéthys) enregistrant l'EFP et montrant des microbialites (voir synthèse *in* Kershaw *et al.,* 2012). Des ostracodes (Crustacés) y ont été découverts et permettent de discuter les conditions paléo-environnementales consécutives à l'EFP. À l'extrême base du Trias, une faune abondante d'ostracodes est systématiquement présente et ce uniquement en association avec les microbialites. Les assemblages d'ostracodes reconnus ne peuvent en aucun cas survivre sur un fond dépourvu d'oxygène. Les communautés bactériennes à l'origine des tapis microbiens auraient constitué une ressource alimentaire illimitée pour les ostracodes et autre microfaune associée. Les cyanobactéries photosynthétiques auraient aussi localement apporté de l'oxygène à l'environnement supposé anoxique : les microbialites auraient joué le rôle de milieu refuge immédiatement après l'EFP. Par la suite, les ostracodes disparaissent en même temps que les microbialites au cours du Griesbachien (Forel *et al.*, 2013) .

Parallèlement et afin de mieux évaluer le niveau d'oxygénation de ces environnements de plate-forme, des analyses géochimiques (éléments traces et Terres Rares) ont été effectuées. Les éléments U, V, Mo et les Terres Rares (anomalie en Ce) sont de bons marqueurs des conditions redox et les carbonates des microbialites constituent de bons enregistreurs de la chimie des eaux de l'époque. Nos résultats montrent que : (1) les spectres des Terres Rares présentent systématiquement une anomalie en cerium (Ce) et que (2) tous les carbonates analysés ne sont pas enrichis en uranium (U), vanadium (V) et molybdène (Mo). Ainsi, si à l'échelle globale des changements géochimiques significatifs à travers l'EFP montrent une réduction du niveau d'oxygénation des océans, en particulier à grande profondeur, nos résultats montrent que pour les eaux marines peu profondes, aucune indication d'une baisse de l'oxygénation est reconnue.

Kershaw S., Crasquin S., Li Y., Collin P.-Y., Forel M.-B., Mu X. Baud A., Wang Y. Xie S. Guo L. & Maurer F. (2012). Microbialites and global environmental change across the Permian-Triassic boundary: a synthesis. *Geobiology*. 10(1): 25-47

Forel M.B., Crasquin S., Kershaw S. & Collin P.Y. (2013). In the aftermath of the end-Permian extinction: the microbialite refuge. *Terra Nova,* 25: 137–143.

# ÉTUDE SÉDIMENTOLOGIQUE ET BIOSTRATIGRAPHIQUE DES SÉRIES TURONO-MIOCÈNE DU NORD LIBAN (MARGE ORIENTALE DU BASSIN DU LEVANT)

Nemo CROGNIER[1, 2,@], Fadi H. NADER[1], Delphine DESMARES[2], Rémy DESCHAMPS[1], Nicolas HAWIE[1, 3] & Carla MÜLLER[4]

(1) Département de Géologie, IFP Énergies nouvelles (IFPEN). 1-4 avenue du Bois Préau 92852 Rueil Malmaison, France
(2) UMR 7207 (CR2P), MNHN – UPMC – CNRS. Université Pierre et Marie Curie, Tour 46-56 5ème. 4, place Jussieu 75252 Paris Cedex 05, France
(3) UMR 7193 ISTEP, UPMC-CNRS. Université Pierre et Marie Curie, Tour 56-66 5ème. 4, place Jussieu 75252 Paris Cedex 05, France
(4) Consultant. PL.66.431 Santok, Ludzislawice 36 Pologne
(@) nemo.crognier@gmail.com

Le bassin du Levant présente un potentiel certain pour l'exploration industrielle, avec plus de 35 Tcf de gaz déjà découvert en offshore profond (réservoirs oligo-miocènes). Sa position frontalière ne facilite pas son exploration qui reste limitée et très couteuse. Les données sismiques doivent être couplées aux études de terrain et à la modélisation stratigraphique numérique afin de minimiser les risques exploratoires. La description de l'évolution spatio-temporelle des faciès sédimentaires et la précision des valeurs de paléobathymétrie permettront de contraindre les futurs modèles stratigraphiques numériques et, à terme, prédire la répartition des faciès sédimentaire de l'onshore vers l'offshore.

Les estimations bathymétriques, obtenues à partir de l'étude pétrographique (texture, types de grains, taille des bioclastes, pourcentage de pellets) et paléontologique (pourcentages de foraminifères planctoniques globuleux et carénés, de foraminifères benthiques et contenu fossilifère) sur lame mince, ont permis de caractériser l'inondation des plates-formes carbonatées de la marge libanaise au cours du Crétacé supérieur, et cela dans les zones Nord (Kousba) et Centre (Zahle) du Liban. L'étude biostratigraphique effectuée a permis de dater cette inondation du Santonien supérieur.

A partir des résultats obtenus, un modèle de plate-forme carbonatée turonienne est proposé pour chacune des deux zones. Dans la zone de Kousba (Nord), l'absence d'un environnement restreint protégé et l'évolution très continue des faciès sédimentaires du proximal vers le distal permettent de proposer une architecture de rampe carbonatée. L'absence de brèches, slumps et turbidites est caractéristique d'une rampe homoclinale à faible pente (<1°). La zone de Zahle (centre) diffère par la présence de brèches et slumps qui indiquerait l'existence d'une rupture de pente (>1°).

Au Turonien, la zone de Zahle se trouve dans un environnement plus profond (rampe médiane/externe) que la zone de Kousba (rampe interne/médiane). Cependant, les deux localités sont situées approximativement à la même distance de la paléocôte. Il existerait alors une paléostructure ente les zones de Kousba et Zahle au Crétacé supérieur. Cette hypothèse est appuyée par les cartes isopaques qui indiquent que la zone de Zahle se situe dans un environnement plus favorable à l'accommodation du sédiment, probablement dans une zone plus profonde.

La comparaison de l'évolution sédimentologique de ces deux zones, et l'élaboration d'un modèle de rampe pour chacune d'entre elles, ont mis en évidence une différence topographique, une « cuvette » perpendiculaire à la côte actuelle, au Crétacé supérieur. Cette « cuvette » serait probablement l'extension vers l'Ouest du Bassin des Palmyrides (Syrie centrale).

# RELATIONS ENTRE STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE, FACIÈS SÉDIMENTAIRES ET MATIÈRE ORGANIQUE : EXEMPLE DES FORMATIONS DE MONTNEY ET DOIG, TRIAS, BASSIN OUEST CANADIEN (CANADA).

Vincent CROMBEZ[1,2,@], Sébastien ROHAIS[1], François BAUDIN[2], Tristan EUZEN[3], Mirko PETROVIC[3]

(1) Direction Géosciences, IFPen, 1 et 4 Avenue de Bois-Préau, 92852 Rueil-Malmaison Cedex.
(2) ISTeP, UPMC, Tour 56-66 5ème étage, boite courrier 117, 4 place Jussieu, 75252 Paris Cedex 5.
(3) IFP Technologies (Canada) Inc., Suite 810, 744 - 4th Avenue S.W. , Calgary, AB, Canada.
(@) vincent.crombez@ifpen.fr

Le potentiel pétroligène des roches argileuses est fortement liée à leur concentration en matière organique et à leur histoire thermique. Dans de nombreux bassins, la compréhension partielle de la répartition de la matière organique et des hétérogénéités sédimentaires dans ces formations argileuses est un frein majeur au développement de ressources non conventionnelles.

Les formations argileuses de Montney (Trias inf.) et de Doig (Trias moy.) du bassin ouest canadien, présentent un fort potentiel en ressources non conventionnelles (2000TCF de gaz dans la Montney en Alberta ; Rokosh *et al.,* 2012). La présence de plusieurs milliers de forages traversant les séries du Trias inférieur et moyen, dont près de 2000 sont carottés, font de cet intervalle, un cas d'étude parfait pour comprendre la répartition de la matière organique à l'échelle du bassin sédimentaire.

La formation de Montney présente un Carbone Organique Total (COT) moyen de 1.3% tandis que la formation de Doig présente des maximums à plus de 10% (Ibrahimbas et Riediger, 2004). Le découpage séquentiel de ces formations n'a jusqu'à présent été proposé que pour la partie proximale du système de dépôt (e.g. Panek, 2000). De plus, aucune étude n'a été réalisée sur sa répartition spatiale et temporelle à haute résolution de la matière organique. Le but de ce travail est donc d'établir la relation entre les facies sédimentaires, la stratigraphie séquentielle du bassin et le type de matière organique afin de pouvoir mieux prédire les facteurs de contrôle de la répartition spatiale et temporelle de la matière organique dans ces formations.

Dans un premier temps, ce travail a consisté en la réalisation d'un découpage séquentiel le sur un profil composé de 40 forages répartis le long d'un axe SE-NW en se basant sur les description de carottes, des données diagraphiques et des données de terrain. L'intégration des résultats de l'analyse de plus de 200 échantillons provenant de forages ou d'affleurements avec un Rock Eval VI combiné avec la méthode CARBOLOG (Carpentier *et al.,* 1991) nous permet ensuite de proposer un modèle de répartition de la matière organique le long d'un profil de plus de 300km dans un cadre séquentiel. Ces résultats, encore préliminaires permettent d'apporter les premiers éléments visant à construire un modèle de dépôt intégré des argiles riches en matière organique en domaine marin.

Carpentier B., Huc A.Y. and Bessereau G. (1991) – Wireline Logging and Source Rocks : Estimation of Organic Carbon Content by the Carbolog Method, The Log Analyst, 32, 3, 279-297.
Ibrahimbas, A. et Riediger, C. (2004) – Hydrocarbon sources rock potential as determined by Rock-Eval 6/Toc pyrolysis, Northeast British Columbia and Northwest Alberta, *BC Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources.*
Panek, R. (2000) – The Sedimentology and Stratigraphy of the Lower Triassic Montney Formation in the Subsurface of the Peace River Area, Northwestern Alberta, *University of Alberta*.
Rokosh, D.; Lyster, S.; Anderson, S.; Beaton, A.; Berhane, H.; Brazzoni, T.; Chen, Y.; Mack, C.; Pana, C. & Pawlowicz, J. (2012) – Summary of Alberta's Shale- and Siltstone-Hosted Hydrocarbons *ERCB/AGS.*

# L'ENREGISTREMENT DES VARIATIONS SÉCULAIRES DU CHAMP MAGNETIQUE TERRESTRE PAR LES SÉDIMENTS DES LACS D'ALTITUDES DANS LES ALPES FRANÇAISES : UN OUTIL SUPPLÉMENTAIRE DE DATATION ?

Christian CROUZET[1,@], Bruno WILHELM[2,3], François DEMORY[4], Fabien ARNAUD[3], Pierre SABATIER[3] et Nicolas THOUVENY[4]

(1) Laboratoire ISTerre, UMR CNRS 5275, IRD, Université de Savoie, Grenoble University Group, 73376 Le Bourget du Lac, France
(2) Geoazur, Valbonne-Sophia Antipolis, France
(3) Environnement Dynamique et Territoire de Montagne, Université de Savoie, CNRS, Pôle Montagne, 73376 Le Bourget du Lac, France
(4) CEREGE, Aix-Marseille Université, CNRS, IRD, UM34, 13545 Aix en Provence, France
(@) chcro@univ-savoie.fr

Un point majeur pour la reconstitution des archives sédimentaires lacustres est le calage chronologique. En effet, contraindre au mieux les modèles âge-profondeur est indispensable. Pour les dernières décennies, l'utilisation des radionucléides à courte période est particulièrement efficace. Au delà, les modèles âge-profondeur sont essentiellement basées sur les datations $^{14}C$ de fragments végétaux. Dans certains lacs d'altitude, les restes végétaux sont exceptionnels. Dans ce contexte, nous avons entrepris de tester la possibilité de dater les sédiments lacustres récents par comparaison entre les variations de la direction de l'Aimantation Rémanente Naturelle et les variations séculaires du champ magnétique terrestre issues des modèles type CALS10K.

Le lac du Bourget ainsi que huit lacs de montagne, d'altitude comprise entre 880 m et 2517 m ont été étudiés: La Thuile, Allos, Anterne, Blanc Aiguilles Rouges, Blanc Belledonnes, Doménon, Eychauda et Vens. Ils présentent différents contextes sédimentaires (dépôts fins parfois laminés jusqu'à des dépôts détritiques grossiers de types crus) et différentes lithologies dans leurs bassins versants (cristallins ou carbonatés). La susceptibilité magnétique et les autres paramètres sédimentaires (granulométrie, …) ont été mesurés en routine.

Des U-channels ont été prélevés sur les carottes afin de réaliser les mesures magnétiques. L'aimantation a été mesurée grâce au magnétomètre cryogénique 2-G enterprise du CEREGE. L'ASM a été mesurée sur quelques échantillons afin de s'assurer de la préservation de la fabrique sédimentaire. Chaque U-channel a été scrupuleusement étudié. Des déstructurations du sédiment, soit naturelles soit liées au mode d'échantillonnage (rotation, cisaillement, compaction ou pistonnage dans le carottier ou le U-channel) ont souvent été mises en évidence. Ces parties ont été soit supprimées soit restaurées quand cela était possible. Une analyse des diagrammes de désaimantation de l'ARN a permis de montrer que dans la plupart des cas, une seule composante magnétique très stable est présente.

Les résultats obtenus sur les lacs d'Anterne et Blanc Aiguilles Rouges n'ont pas pu être corrélés à la courbe de référence, probablement à cause des perturbations liées aux apports détritiques importants et donc à une sédimentation pas du tout régulière.

Les corrélations proposées pour les autres lacs sur la période historique sont en accord avec les datations disponibles ($^{14}C$, radionucléides courte période, crues historiques, séismes, …). Pour le lac du Bourget et le lac de la Thuile, les tentatives de datation couvrent tout ou partie de l'Holocène. Il est envisagé de compléter ce type d'étude pour des périodes plus anciennes (tardi-glaciaire).

Notre étude confirme donc le potentiel de cette méthode qui reste cependant fortement dépendante de la qualité du carottage et de l'échantillonnage en U-Channel.

# MAGNETIC PARAMETERS AS TOOLS TO EVIDENCE AND DATE THE SEISMIC ACTIVITY IN LACUSTRINE ARCHIVES. EXAMPLES FROM THE WESTERN ALPS

Christian CROUZET[1,@], Bruno WILHELM [2,3], Jean-Philippe JENNY[3], Marie REVEL[2], Christian BECK[1], Fabien ARNAUD[3] et Nicolas THOUVENY[4]

(1) Laboratoire ISTerre, UMR CNRS 5275, IRD, Université de Savoie, Grenoble University Group, 73376 Le Bourget du Lac, France
(2) Geoazur, Valbonne-Sophia Antipolis, France
(3) Environnement Dynamique et Territoire de Montagne, Université de Savoie, CNRS, Pôle Montagne, 73376 Le Bourget du Lac, France
(4) CEREGE, Aix-Marseille Université , CNRS, IRD, UM34, 13545 Aix en Provence, France
(@) chcro@univ-savoie.fr

A still challenging point for palaeoenvironmental, palaeoclimatic or even tectonic studies carried out using sedimentary archives is the chronology of different detected events. Dating sediments especially in poorly constraints environments such as high altitude lakes is attractive. The ability of sediments to record the earth magnetic field secular variations has been evaluated. Therefore the comparison between sedimentary record of the Natural Remanent Magnetization (NRM) and a reference curve issued from global models can be proposed in order to implement depth-age models.

On the other hand, recent tectonic activity developed along mountains belt may be extracted from sedimentary archives such as lacustrine deposits. In the present contribution, we will use the recent development of anisotropy of magnetic susceptibility (AMS) in order to highlight homogeneous deposits and help their interpretation in terms of seismically induced deposits (Campos *et al.*; *Sedimentary Geology*, 2013). Such deposits have been reported since several decades in different lakes from the western French Alps such as: Lac d'Annecy (Beck et al., 1996) Lac d'Anterne (Arnaud *et al.,* 2002), Lac Laffrey (Nomade *et al.*, 2005), Lac Bramant (Guyard *et al*., 2007), Lac du Bourget (Beck, 2009).

The well-known AD 1822 homogenite from Lac du Bourget was sampled in two short cores in order to test the AMS procedure defined by Campos *et al.* in marine deposits. The AD 1905 Emosson historical earthquake was also recorded and evidenced by AMS in the sequence of Lac Blanc Aiguille Rouge. The AD 1564 Roquebilliere earthquake may have been recorded in Lake Vens. The sedimentary archive of Lake Vens reveals 6 successive homogenites in a 150 cm long core, that are well highlight by magnetic parameters.

In all the cases, the AMS foliation parameter clearly demonstrates a particular settling of clay particles. The sedimentary parameters (ie: grain size, …) and magnetic proxies (ie: laboratory induced magnetizations, …) were analysed in order to better interpret AMS data. The strong planar disposition of particles is then due to oscillations of the mass water during the slow decantation of re-suspended material.

References :

Arnaud F. et al. *Terra Nova* 14.4 (2002): 225-232.
Beck C. *Earth-Science Reviews* 96.4 (2009): 327-344.
Beck C. et al. *Journal of Geodynamics* 22.1 (1996): 155-171.
Campos C. et al. *Sedimentary Geology*. 292 (2013) 1–14
Guyard H. et al. In: *Submarine Mass Movements and Their Consequences*. Springer Netherlands, 2007. 279-286.
Nomade J. et al. *Terra Nova* 17.4 (2005): 350-357.

# REMPLISSAGE TARDI-OROGÉNIQUE DES BASSINS MOLASSIQUES NÉOGÈNES DE LA RÉGION D'ANNABA (N.E. ALGÉRIE)

Menana DAIF[(1,@)], Ahmed ARAFA[(1)]

(1) Laboratoire de Géodynamique et ressources naturelles, Université de Annaba B.P.12 ; 23000, Algérie.
(@) daifmenana@yahoo.fr

Une série de petits bassins néogènes jalonnent la côte nord orientale de l'Algérie. Les formations étudiées affleurent entre Chetaibi et la Marsa et font partie d'un complexe volcano-sédimentaire. Les principaux affleurements sont :

- des marnes à forte fraction clastique.
- des grés, des microbrèches et des brèches à ciment peu abondant, à grains ou à éléments grossiers pouvant atteindre plusieurs mètres cubes, non classés, anisométriques, monogéniques ou polygéniques.

Ces roches sédimentaires, discordantes sur les formations antérieures, ne forment pas des unités bien individualisées mais présentent des alternances irrégulières avec comme faciès dominants des flyschs. L'ensemble peut atteindre plusieurs centaines de mètres d'épaisseur.

La sédimentation est franchement détritique. Son caractère immature est attesté par :

- une structure hétérogène,
- des grains ou des éléments anguleux de granulométrie souvent grossière.
- un manque de tri minéralogique : les feldspaths sont sains et les micas assez bien conservés. Des roches magmatiques, acides et intermédiaires, sous forme massive et pyroclastique, viennent s'ajouter à l'ensemble.

Ces traits impliquent l'existence de reliefs importants, constamment rajeunis par une tectonique active en distension. Cette dernière est confirmée par l'existence de nombreuses failles normales dans lesquelles est injecté du magma. On assiste donc à une phase de relaxation et distension « post-nappe » caractérisée en particulier par des mouvements verticaux de réajustement Les produits volcaniques sont très volumineux ; dans le secteur étudié ils couvrent une superficie de plus de 70Km$^2$. Ils peuvent provoquer une fracturation en profondeur, voir l'effondrement du toit de la chambre magmatique, créant ainsi des dépressions où auront lieu des incursions marines. Dans tous ces cas, la sédimentation, la tectonique et le volcanisme sont étroitement liés. Les zones, où la sédimentation est la plus grossière, correspondent au volcanisme le plus intense avec une fracturation plus importante. Un peu plus à l'est, à Ain Barbar, une autre manifestation tardi-orogénique, de même âge, est marquée par un métamorphisme hydrothermal intense.

L'analyse des différents faciès et l'observation structurale du terrain permettent de démontrer que l'histoire de ces bassins à forte signification tectonique, s'intègre bien dans l'évolution tardi-orogénique de la chaine alpine orientale.

# RÔLE DE LA SEDIMENTATION SYN-CYNEMATIQUE SUR L'EVOLUTION D'UNE STRUCTURE PLISSEE A DEUX NIVEAUX DE DECOLLEMENTS : APPORT DE LA MODELISATION ANALOGIQUES 3D SUR LE CAS INCAHUASI.

Romain DARNAULT[1,@], Jean-Marc DANIEL[1], Jean-Paul CALLOT[2], Jean-François BALLARD[3], Thierry NALPAS[4], Jean-Marie MENGUS[1], Daniel PILLOT[1]

(1) IFP Energies Nouvelles – 1&4 avenue de Bois Préau, 92500 Rueil-Malmaison, France.
(2) UPPA, I.P.R.A. Avenue de l'Université BP 1155, 64013 Pau Cedex, France.
(3) TOTAL – Exploration Technologies, Avenue Larribau, 64018 Pau Cedex, France.
(4) Géosciences Rennes, UMR 6118 Campus de Beaulieu, 35042 Rennes cedex, France.
(@) romain.darnault@ifpen.fr

Plusieurs travaux de modélisation analogique permettent de discuter l'effet de la sédimentation sur les systèmes compressifs d'échelle crustale mais peu à l'échelle kilométrique (Nalpas et al., 1999; Barrier et al., 2002). Ces études montrent que la sédimentation et l'érosion syn-cinématiques impacte l'évolution des structures en domaine compressif.

Notre étude repose sur les résultats de Pichot et Nalpas (2009) sur la chaîne sub-andine en Bolivie. Pour aller plus loin dans cette démarche, nous avons réalisé des modèles analogiques simulant les structures sub-andines à deux niveaux de décollement, imagés par tomographie à rayon X permettant d'observer en 4D l'évolution de ces structures. Plusieurs paramètres ont pu être testés : les variations spatiale et longitudinale des taux (i) de sédimentation et (ii) d'érosion, (iii) l'impact d'une sédimentation différentielle de part et d'autre d'une structure plissée, (iv) l'influence de la rhéologie sur le développement des structures. Ces expériences ont abouti aux observations suivantes :

Un fort taux de sédimentation syn-cinématique provoque la verticalisation de la structure plissée supérieure (au dessus des niveaux de décollement). La partie profonde (entre les niveaux de décollement) est peu impactée.

L'augmentation de l'érosion entraine la verticalisation de la partie profonde de la structure.

Un taux de sédimentation élevé dans le «foreland» induit un basculement de la vergence puis un retro-chevauchement de la partie supérieure de la structure. Un taux de sédimentation plus élevé dans le «hinterland» favorise le développement d'un chevauchement de la partie supérieure vers le «foreland».

Le profil rhéologique du modèle, et en particulier le ratio fragile/ductile ainsi que la cinématique de déformation contrôlent fortement le mode de développement des structures (plis, fish-tail, thrust).

Ce travail discute des variations spatiales des paramètres «sédimentation» et «érosion» entraînant une asymétrie et une non-coaxialité des structures dans un contexte rhéologique de type sub-Andin.

—

Nalpas, T., Györfi, I., Guillocheau, F., Lafont, F., Homewood, P., 1999. Influence de la charge sédimentaire sur le développement d'anticlinaux synsédimentaires. Modélisation analogique et exemples de terrain (Bordure sud du bassin de Jaca*). Bull. Soc. Géol. Fr.* 170 (5), 733–740.

Barrier, L., Nalpas, T., Gapais, D., Proust, J.-N., Casas, A., Bourquin, S., 2002. Influence of syntectonic sedimentation on thrusts geometry. Field examples from the Iberian Chain (Spain) and analogue modeling. *Sediment. Geol.* 146, 91–104.

Pichot T., Nalpas T., 2009. Influence of synkinematic sedimentation in a thrust system with two decollement levels; analogue modelling. *Tectonophysics* 473, 466-475.

# ANOMALIES STRONTIQUES DANS LES COCCOLITHES : DU REGISTRE FOSSILE À L'EXPÉRIMENTATION EN MILIEUX CONTRÔLÉS

Marc de RAFÉLIS[1,@], Catherine BELTRAN[1], Fabrice MINOLETTI[1], Michael HERMOSO [2]

(1) ISTeP UMR 7193 – Université P. et M. CURIE Paris 06 – 4 place Jussieu – 75005 - Paris
(2) University of Oxford, Department of Earth Sciences – Oxford OX1 3AN – UK.
(@) marc.de_rafelis@upmc.fr

Les nannofossiles calcaires, et plus particulièrement les coccolithes, dominent la production carbonatée pélagique depuis plus de 220 Ma. L'utilisation des signaux géochimiques de tels restes fossiles dans les sédiments anciens ou récents se heurte toutefois à un problème méthodologique lié à la taille de ces bio-productions (2 à 20µm) limitant leur utilisation à l'échelle mono spécifique. Ce verrou analytique a été levé ces dernières années par une technique de microfiltration mise au point à l'UPMC. Les avancées permises par cette technique permet d'étudier les signaux géochimiques des nannofossiles dans des fractions sédimentaires purifiées à l'échelle d'un groupe voir d'une espèce, réduisant notamment les problèmes liés aux effets vitaux.

L'analyse de signaux géochimiques en strontium obtenus sur du *bulk* carbonate ont attiré notre attention. Ces échantillons, pourtant très différents du point de vue géologique (Toarcien du Bassin de Paris et Pliocène de Sicile), présentent des teneurs en Sr anormalement élevées (>2000ppm). L'utilisation de la technique de séparation granulométrique permet de montrer que ces « anomalies » strontiques augmentent dans certaines fractions enrichies en coccolithes. L'observation et l'analyse semi quantitative à la sonde EDS-MEB des grains des différents échantillons ont permis de mettre en évidence les porteurs de cette surconcentration en Sr. En effet, parmi la diversité des particules carbonatées présentes dans ces échantillons, seules quelques espèces de coccolithes présentent de fortes concentrations en Sr (jusqu'à 50 000 ppm localement). L'hypothèse d'une diagenèse post-fabrication peut rapidement être exclue car toutes les particules carbonatées d'un même échantillon ne présentent pas de teneurs en Sr élevées et parce que, classiquement, la diagenèse a tendance à faire diminuer les teneurs en Sr. De plus, dans les deux cas étudiés, les anomalies en Sr sont portées par des coccolithes particuliers (murolithes) dont les éléments consitutifs ont une croissance verticale privilégiée par opposition au schéma de croissance standard (placolithes) dont la croissance radiale est plus importante.

En parallèle, 2 espèces de coccolithophoridés, *S. apstenii* (espèce porteuse des anomalies en Sr au Pliocène) et *G. oceanica* (placolithe équivalent à ceux présents dans les échantillons géologiques) ont été cultivées dans des milieux enrichis en Sr. Les résultats préliminaires sont tout à faits similaires à ceux observés dans les sédiments, ce qui laisse supposer qu'un mécanisme physiologique favorise l'incorporation de Sr au moment de la fabrication des coccolithes au niveau des vésicules intracellulaires. Les coccolithophoridés sont connus pour minéraliser de la calcite, forme minérale ne favorisant pas l'incorporation de Sr, au contraire de l'aragonite. De récents travaux montrent même que de fortes teneurs en Sr du milieu ont tendance à inhiber fortement la croissance de la calcite. En supposant donc un milieu marin classique (Ca~400ppm, Sr~8ppm), un calcul du taux d'enrichissement en Sr des coccolithes impose un coefficient d'incorporation apparent dans la calcite 10 à 50 fois supérieur aux données disponibles dans la littérature. L'utilisation du rapport Sr/Ca des coccolithes et plus généralement des carbonates marins est pourtant souvent utilisé comme traceur paléoenvironnemental. Toutefois, en milieu océanique franc, toutes les variations observées dans les sédiments pourraient n'être le reflet que de la proportion d'espèces incorporant (sous une forme amorphe ou cristallisée ?) du Sr en grande quantité.

# ETUDE MULTI-OUTILS DES ALTERNANCES DU PLIOCÈNE DE SICILE : VERS UN MODÈLE ENVIRONNEMENTAL DE DÉPÔT DES ALTERNANCES QUADRIPARTITES

Marc de RAFÉLIS[1,@], Catherine BELTRAN[1], Stéfan JEHANNO[1],
Matilde SAINZ[1], Aïda El KILANI[1], Delphine DESMARES[2]

(1) ISTeP UMR 7193 – Université P. et M. CURIE Paris 06 – 4 place Jussieu – 75005 - Paris
(2) CR2P UMR 7207 – Université P. et M. CURIE Paris 06 – 4 place Jussieu – 75005 - Paris
(@) marc.de_rafelis@upmc.fr

La coupe composite de Capo Rossello (Sicile) constitue l'ensemble stratigraphique de référence pour les séries du Pliocène de Méditerranée. Elle regroupe les formations sédimentaires de Trubi et de Monte Narbone toutes deux composées d'alternances sédimentaires orbito-dépendantes affleurant avec une continuité et une qualité remarquable. A la base du Pliocène, la formation Trubi, qui signe la remise en eau de la Méditerranée à la suite de la Crise de Salinité du Messinien, est composée d'alternances au format particulier appelées quadripartites. Contrairement aux alternances « classiques » montrant une dualité lithologique (i.e. marnes vs calcaires), ces cycles sédimentaires sont formés d'une succession régulière de quatre niveaux lithologiques aisément repérable sur le terrain par leur couleur, avec dans l'ordre stratigraphique, les niveaux gris, blanc, beige et blanc.

En s'appuyant sur une étude complète des alternances de la coupe de Punta di Maiata (4.66 à 3.74 Ma), nous présenterons les résultats d'une approche intégrée combinant les analyses géochimiques (élémentaires, organiques et isotopiques) aux études de la susceptibilité magnétique et du cortège minéralogique. Les cycles de l'excentricité (100-400 Ka ; $CaCO_3$, Mg, Sr, Mn, $\delta^{13}C$, SM) et de la précession (20 Ka ; $\delta^{13}C$, $\delta^{18}O$, SM, argiles, éléments traces) sont mis en évidence alors qu'aucun marqueur ne semble enregistrer les cyclicités liées à l'obliquité.

Statistiquement, la plupart des traceurs utilisés dans cette étude permettent de discriminer facilement les niveaux gris des niveaux beiges au sein d'un cycle de précession. Les deux niveaux blancs ont quant à eux des caractéristiques intermédiaires et sont difficilement différenciés l'un de l'autre.

L'utilisation combinée de la géochimie des alcénones et du $\delta^{18}O$ sur phases biogènes nous permettent de discuter à la fois des SST et des variations de la salinité à différentes échelles temporelles et de préciser un modèle environnemental de dépôt à l'échelle d'un cycle de précession.

Ainsi, les conditions paléocéanographiques régnant au cours du dépôt des alternances de la Formation Trubi diffèrent de celles de la Formation Monte Narbone sus-jacente notamment en terme de salinité. En effet, à la base de la série de Capo Rossello, les salinités estimées sont près de 10 unités supérieures à celle enregistrées dans les sédiments au cours du dépôt d'alternances bipartites du Zancléen, période à partir de laquelle le forçage climatique change de nature (précession vs obliquité).

# RELATIONS ENTRE SUSCEPTIBILITÉ MAGNÉTIQUE, MICROFACIÈS ET ENVIRONNEMENTS DE DÉPÔT DANS LES SÉRIES CARBONATÉES DU BAJOCIEN ET BATHONIEN DE L'EST ET DU NORD-EST DU BASSIN PARISIEN

Sylvain DECHAMPS[1,@], Frédéric BOULVAIN[1], Anne-Christine DA SILVA[1]

(1) Université de Liège, Pétrologie sédimentaire, B20, Boulevard du Rectorat, 4000 Sart-Tilman (Liège), Belgique.
(@) s.dechamps@doct.ulg.ac.be

Cette étude préliminaire a été centrée sur plusieurs coupes dans le Mâconnais (Bourgogne, France), et dans la région de Rumelange (sud du Luxembourg), respectivement représentatives de l'est et de la bordure nord-est du Bassin de Paris durant le Jurassique. Plus précisément, cette étude a été dédiée à l'encaissant calcaire bajocien et bathonien des Grottes d'Azé (France). Dans ce but, sept coupes ont été décrites et échantillonnées afin de couvrir l'étendue stratigraphique des grottes, dont une coupe principale remarquablement continue dans un tunnel d'adduction d'eau à Azé, et une coupe équivalente luxembourgeoise. En plus de préciser la géologie locale et régionale, les objectifs de cette étude étaient de (1) proposer un modèle sédimentologique pour le Jurassique Moyen du Mâconnais, (2) comprendre les variations latérales de faciès, et plus particulièrement au niveau des constructions récifales, (3) intégrer ces coupes dans un canevas séquentiel et (4) évaluer les apports de la susceptibilité magnétique à petite et grande échelle.

L'étude de plus de 250 lames minces a permis la définition de douze microfaciès répartis en 6 associations de faciès (rampe externe, dépôts de tempêtes distaux, dépôts de tempêtes proximaux, rampe interne, colonisation du substrat et édification récifale). Deux modèles de dépôt ont ensuite été envisagés: une rampe carbonatée à faible relief avec barre oolithique, et une rampe à relief marqué avec édifications récifales. Le signal de susceptibilité magnétique apparait lié à la fois au faciès et à l'évolution générale du bassin sédimentaire. Sa relation avec le faciès semble être contrôlée par la production carbonatée: les faciès oolithiques, puis les faciès récifaux, possèdent le signal le plus faible, tandis que les dépôts de tempête montrent des valeurs plus élevées (Da Silva et al. 2009). De plus, les dépôts de tempêtes proximaux présentent des valeurs plus élevées que les dépôts de tempêtes distaux (Ellwood et al. 2000). L'influence du contexte géologique régional et l'évolution du bassin se marquent par des valeurs moyennes de susceptibilité magnétique par microfaciès toujours plus élevées dans la coupe de Rumelange que dans les coupes d'Azé, et particulièrement en environnement de rampe externe. L'utilisation de courbes lithologiques, supportées par la courbe de susceptibilité magnétique permettent de définir au moins sept séquences de dépôt s'insérant dans une séquence de 2ème ordre et replacées dans leur contexte régional (Durlet & Thierry, 2000). La coupe de Rumelange montre de plus des paraséquences de 4ème et 5ème ordre non-enregistrées à Azé. Finalement, cette étude propose une corrélation détaillée entre le Mâconnais et la région de Rumelange.

DA SILVA, A-C., MABILLE, C. & BOULVAIN, F., 2009. Influence of sedimentary setting on the use of magnetic susceptibility : examples from the Devonian of Belgium. Sedimentology, 56, 1292-1306.
DURLET, C. & THIERRY, J., 2000. Modalités séquentielles de la transgression aaléno-bajocienne sur le sud-est du Bassin parisien. Bulletin de la Société géologique de France, 171, 327-339.
ELLWOOD, B.B., CRICK, R.E., EL HASSANI, A., BENOIST, S.L. & YOUNG, R.H., 2000. Magnetosusceptibility event and cyclostratigraphy method applied to marine rocks: detrital input versus carbonate productivity. Geology, 28, 1135–1138.

# DES ARGILES AU TEMPS GÉOLOGIQUE : CONTRÔLE ASTROCLIMATIQUE DE LA SÉDIMENTATION ARGILEUSE AU CRÉTACÉ INFÉRIEUR - EXEMPLE DU GRAND CYCLE DE L'EXCENTRICITÉ (405 KA)

Jean-François DECONINCK[1,@], Julie GHIRARDI[1-2], Mathieu MOIROUD[1], Mathieu MARTINEZ[1], Ludovic BRUNEAU[1], Fabrice MONNA[3], Pierre PELLENARD[1] Clément BREZIAT[1], Fabienne GIRAUD[4], Stéphane REBOULET[5] & Laurent RIQUIER[6]

(1) Univ - Bourgogne, UMR 6282 CNRS Biogéosciences, 6 Bd Gabriel, 21000 Dijon.
(2) Univ - Orléans, CNRS, ISTO, BRGM, UMR 7327, 45071, Orléans.
(3) Univ - Bourgogne, UMR 6298 CNRS Artéhis, 6 Bd Gabriel, 21000 Dijon.
(4) Univ- Grenoble 1, ISTerre, UMR 5275 CNRS, 1381 rue de la piscine, F-38041Grenoble.
(5) Univ – Lyon 1, UMR 5276 CNRS Laboratoire Terre Planètes Environnement
(6) Univ. Paris 06, CNRS, UMR 7193 ISTeP, case 117, 4 place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05.
(@) jean-francois.deconinck@u-bourgogne.fr

L'influence des fluctuations climatiques induites par les variations des paramètres orbitaux de la Terre sur la sédimentation argileuse est connue depuis les années 1980. En effet, dans les alternances marne-calcaire du Crétacé inférieur vocontien, les variations systématiques de la composition des assemblages argileux des marnes et des calcaires ont été interprétées comme reflétant des modifications cycliques du climat liées à la précession des équinoxes. En revanche, l'influence du grand cycle de l'excentricité sur la sédimentation argileuse n'a jamais été recherchée. Nous présentons trois exemples d'enregistrement de ce cycle dont la période est de 405 ka : [1]) dans une série alternante marne-calcaire de la transition Hauterivien/Barrémien dans le Sud-Est de l'Espagne (Coupe de Río Argos, Moiroud *et al*., 2012) [2]) dans une série marneuse beaucoup plus homogène de l'Aptien (Marnes Bleues du bassin vocontien, coupe de Serre-Chaitieu, Deconinck *et al*., 2013) et [3]) dans une succession mixte, marneuse à la base, alternante au sommet, dans le Cénomanien de la coupe de Blieux (bassin vocontien, Giraud *et al*., submitted).

Sur les trois coupes, les échantillons prélevés tous les 20 cm présentent une fraction argileuse déterminée par diffraction des rayons X constituée de chlorite, d'illite, d'interstratifiés illite/smectite et de kaolinite. Les rapports des aires des pics de diffraction de chaque espèce minérale ont été calculés et les données traitées par analyse spectrale. Les spectrogrammes font clairement ressortir les périodicités astronomiques, dont l'excentricité à 405 ka qui s'exprime particulièrement bien dans les trois cas analysés. L'enregistrement de ce cycle dans les séries sédimentaires est crucial, car il s'agit du seul cycle dont la période semble stable dans les séries mésozoïques. Son enregistrement par les minéraux argileux permet par conséquent d'établir des durées (biozones, magnétochrons…) et d'affiner l'échelle des temps géologiques. D'autres outils, gamma ray spectral, teneur en $CaCO_3$ et susceptibilité magnétique fournissent des résultats comparables, toutefois l'enregistrement par les minéraux argileux est particulièrement robuste notamment parce que ces minéraux portent en eux un signal climatique clair.

Deconinck JF., Ghirardi J., Martinez M., Bruneau L., Pucéat E., & Pellenard P. 2013. Orbital chronology of the Lower-Middle Aptian : palaeoenvironmental implications (Serre-Chaitieu section, Vocontian basin). Abstract 1st International congress of stratigraphy, Lisbon, July 2013

Giraud F., Reboulet S., Deconinck JF., Martinez M., Carpentier A & Bréziat C. submitted. The Mid-Cenomanian event in Southeastern France : evidence from palaeontological and clay mineralogical data. Cretaceous Research.

Moiroud M., Martinez M., Deconinck JF, Monna F., Pellenard P., Riquier L. & Company M. 2012. High resolution clay mineralogy as a proxy for orbital tuning : Example of the Hauterivian-Barremian transition in the Betic Cordillera (SE Spain*). Sedimentary geology*, 282, 336 – 346.

# PALÉOTHERMICITÉ DU BASSIN DU SICHUAN (CHINE) D'APRÈS L'ÉTUDE MINÉRALOGIQUE DES K-BENTONITES DU PERMIEN SUPÉRIEUR

Jean-François DECONINCK[1,@], Sylvie CRASQUIN[2], Ludovic BRUNEAU[1]
Pierre PELLENARD[1], François BAUDIN[3], Qinglai FENG[4]

(1) Univ-Bourgogne, UMR 6282 CNRS Biogéosciences, 6 Bd Gabriel, 21000 Dijon, France.
(2) CNRS – UMR 7207 CR2P, UPMC-Univ. Paris 06,T. 46-56, E.5, case 104, 4 place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05, France
(3) UPMC-Univ. Paris 06, CNRS, UMR 7193 ISTeP, case 117, 4 place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05, France.
(4) State Key Laboratory of Geological Process and Mineral Resources, China University of Geosciences, No. 388, Lumo Road, Wuhan 430074, People's Republic of China.
(@) jean-francois.deconinck@u-bourgogne.fr

Le bassin du Sichuan (Chine centrale) est le siège d'une exploitation de gaz naturel dont les roches mères se situent dans le Paléozoïque inférieur. Sur la coupe de Chaotian (Permien supérieur) située dans le Nord du bassin du Sichuan, de nombreux niveaux de cendres volcaniques (bentonites) sont intercalés dans les sédiments carbonatés d'âge Guadalupien-Lopingien. L'étude minéralogique de ces sédiments avait initialement pour objectifs de préciser les modifications environnementales/climatiques associées à deux crises de la biodiversité, à la limite Guadalupien-Lopingien et à la limite Permien-Trias.

Malheureusement, les résultats minéralogiques de routine ont montré que les assemblages argileux du Permien supérieur sont très homogènes et constitués essentiellement d'illite d'origine diagénétique. Par conséquent, les assemblages argileux détritiques sont fortement modifiés et ne portent plus leur message environnemental. Afin de préciser l'évolution diagénétique, nous nous sommes focalisés sur l'étude de la fraction argileuse des bentonites par diffraction des rayons X. Leur composition minéralogique dominée par les interstratifiés illite/smectite (I/S) permet souvent d'estimer les températures atteintes par les séries sédimentaires (Środoń *et al.,* 2009). La fraction argileuse des bentonites de la coupe de Chaotian est essentiellement constituée d'I/S. Il s'agit donc de K-bentonites, horizons très répandus dans les séries paléozoiques. La détermination précise du type d'interstratification suggère une empreinte diagénétique importante puisque les I/S sont majoritairement de type R3 avec des proportions de feuillets illitiques proches de 90%. Une telle évolution diagénétique suggère une température maximale atteinte par la série sédimentaire d'environ 180°C. La matière organique des sédiments de la coupe de Chaotian étudiée par pyrolyse Rock-Eval présente des $T_{max}$ élevés compris entre 465 et 549°C. Ces valeurs, caractéristiques de la fenêtre à gaz, suggèrent une température atteinte par la succession sédimentaire comprise entre 150 et 200°C, ce qui est tout à fait cohérent avec les données minéralogiques. D'après les courbes de subsidence caractéristiques du bassin du Sichuan, l'enfouissement estimé du Permien supérieur est d'environ 6000 m ce qui est tout à fait compatible avec les températures estimées.

En association avec d'autres techniques, cet exemple montre l'intérêt de l'étude minéralogique précise des I/S dans les horizons de bentonites pour reconstituer l'histoire thermique des bassins sédimentaires.

Środoń, J., Clauer, N., Huff, W., Dudek, T., Banaś M., 2009. K-Ar dating of the Lower Palaeozoic K-bentonites from the Baltic Basin and the Baltic Shield : implications for the role of temperature and time in the illitisation of smectite. *Clay minerals* 44, 361 – 387.

# GÉOCHIMIE, MINÉRALOGIE ET CHRONOLOGIE DES GISEMENTS DE MANGANÈSE DU DISTRICT D'IMINI (MAROC)

Augustin DEKONINCK[1,@], Alain BERNARD[2], Jocelyn BARBARAND[3], Bertrand SAINT-BÉZAR[3], Yves MISSENARD[3], Rémi LEPRETRE[3], Omar SADDIQI[4], Gilles RUFFET[5], Johan YANS[1]

(1) Université de Namur, Département de Géologie, 61 rue de Bruxelles, 5000 Namur, Belgique.
(2) Université Libre de Bruxelles, Département des Sciences de la Terre et de l'Environnement, Laboratoire de Minéralogie et Géochimie Appliquée, 50 avenue F.D. Roosvelt, 1050 Bruxelles, Belgique.
(3) Université Paris Sud, UMR CNRS-UPS 8148 IDES, Bâtiment 504, Orsay cedex, F-91405
(4) Laboratoire « Géosciences », Université Hassan II, BP 5366 Maârif, Casablanca, Maroc
(5) Géosciences Rennes, UMR CNRS 6118, Université de Rennes1, F-35042 Rennes Cedex
(@) dekoninckaugustin@gmail.com

Les minéralisations manganésifères du district d'Imini (Maroc), situées au sud du Haut-Atlas, présentent une minéralogie composée uniquement d'oxydes de Mn. Ces minéralisations, contenant une forte teneur en Mn, sont, par ordre d'importance, la pyrolusite ($MnO_2$), la hollandite *sensu lato* comprenant la hollandite *sensu stricto* ($BaMn_8O_{16}$), la coronadite ($PbMn_8O_{16}$) et le cryptomélane ($KMn_8O_{16}$), la romanéchite [$(Ba,H_2O)_2Mn_5O_{10}$] et la lithiophorite [$(Al,Li)MnO_2(OH)_2$]. Elles forment principalement 3 couches *stratabound* dans les dolomies du Cénomanien-Turonien.

L'examen pétrographique et minéralogique aboutit à une séquence polyphasée d'oxydes de manganèse, cristallisés après la dolomitisation. La séquence chronologique relative des différents oxydes de Mn traduit la complexité de mise en place de ces gisements puisque plusieurs processus en sont probablement responsables, et à diverses échelles de temps. Il est, par ailleurs, clair que ceux-ci sont associés à une mise en place épigénétique responsable du remplacement de la roche hôte dolomitique, d'abord sur la dolomicrite, et ensuite sur la dolosparite où les formes rhomboédriques sont conservées. La présence de nombreuses concrétions zonées en cryptomélane suggèrent qu'il existe un lien avec la circulation de fluides dans des « conduits » qui sont certainement liés aux hétérogénéités lithologiques dans des dolomies davantage perméables que les formations sus- et sous-jacentes (évaporites du Sénonien, grès conglomératiques de l'infra-Cénomanien, rhyolithes du Précambrien ou schistes de l'Ordovicien). Il est alors logique de classer ce gisement dans le « type karstique » (Gutzmer *et al.*, 2006). Les analyses pétrographiques et géochimiques confirment que la source du Mn est allochtone. Deux profils en REE récurrents dans les minéralisations sont observés, qui semblent associés à deux modes de cristallisation différents. L'utilisation des profils en REE et des éléments en trace afin de comparer les dolomies minéralisées ou non par des oxydes de Mn, indiquent un appauvrissement relatif de ces dolomies dû à l'absence d'oxydes. La conservation du signal dans les sédiments karstiques indique une altération chimique et une remobilisation mécanique *in situ* de la roche hôte sous forme de résidu. Des datations radiométriques Ar/Ar et K/Ar, effectuées sur des cryptomélanes, suggèrent le polyphasage des minéralisations par rapport aux roches hôtes contrairement au modèle métallogénique actuel et une relation génétique avec la mise en place du Haut-Atlas (communication de Barbarand *et al.*, cette session).

Gutzmer et al. (2006) Economic Geology, v. 101, pp. 385–405.

# ÉTUDE D'UN REMPLISSAGE ALLUVIONNAIRE PAR GÉORADAR, EXEMPLE DE LA SEINE SUPÉRIEURE (FRANCE).

Benoit DELEPLANCQUE[1,@], Pierre WEILL[1], Isabelle COJAN[1],
Baptiste LABARTHE[1], Nicolas FLIPO[1], Maxime TURKO[1]

(1) MINES ParisTech, Centre de Géosciences, Fontainebleau, FRANCE.
(@) benoit.deleplancque@mines-paristech.fr

Les plaines alluviales jouent un rôle tampon entre les aquifères régionaux et les systèmes hydrographiques de surface. La compréhension de leur structure interne est importante dans le cadre de la gestion de l'eau (approvisionnement, transferts de polluants, crues,...). La plaine alluviale de la Seine, comme la majorité des rivières du NW de l'Europe, correspond au remplissage de la dernière phase d'incision (transition interglaciaire/glaciaire) d'un système de terrasses étagées.

L'objectif de cette étude est de caractériser sur un site atelier l'architecture d'un remplissage sédimentaire sablo-graveleux à l'aide d'un radar géologique (GPR). L'analyse des résultats permettra de remonter aux paramètres géométriques et hydrauliques des paléo-chenaux de la Seine (largeur, hauteur, direction de migration et sens de courant), et d'étudier l'évolution de ces paramètres au cours de la transition glaciaire/interglaciaire.

2 campagnes de mesures ont été menées sur des carrières d'extraction de granulats à l'aide d'antennes GPR GSSI de 270, 400 et 800 MHz. Un quadrillage de profils serrés permet une analyse 3D des structures sédimentaires. Le signal acquis de haute qualité montre des profondeurs de pénétration allant jusqu'à 5-6 m, la profondeur du substrat se trouvant entre 7 et 8 m (données de sondage). Les faciès radars sont interprétés comme des empilements verticaux de barres de méandres (Fig. 1), de dunes hydrauliques et de surfaces d'érosion, montrant les phases de migration de la paléo-Seine ainsi que ses directions d'écoulement. Les premiers résultats semblent suggérer une modification de la géométrie des corps sédimentaires vers la surface, en réponse à la modification du régime hydraulique dans un contexte de transition climatique vers l'interglaciaire.

Cette étude s'inscrit dans un projet plus vaste de modélisation des hétérogénéités de la plaine alluviale, afin de mieux contraindre une modélisation hydrologique des flux entre aquifères et rivières.

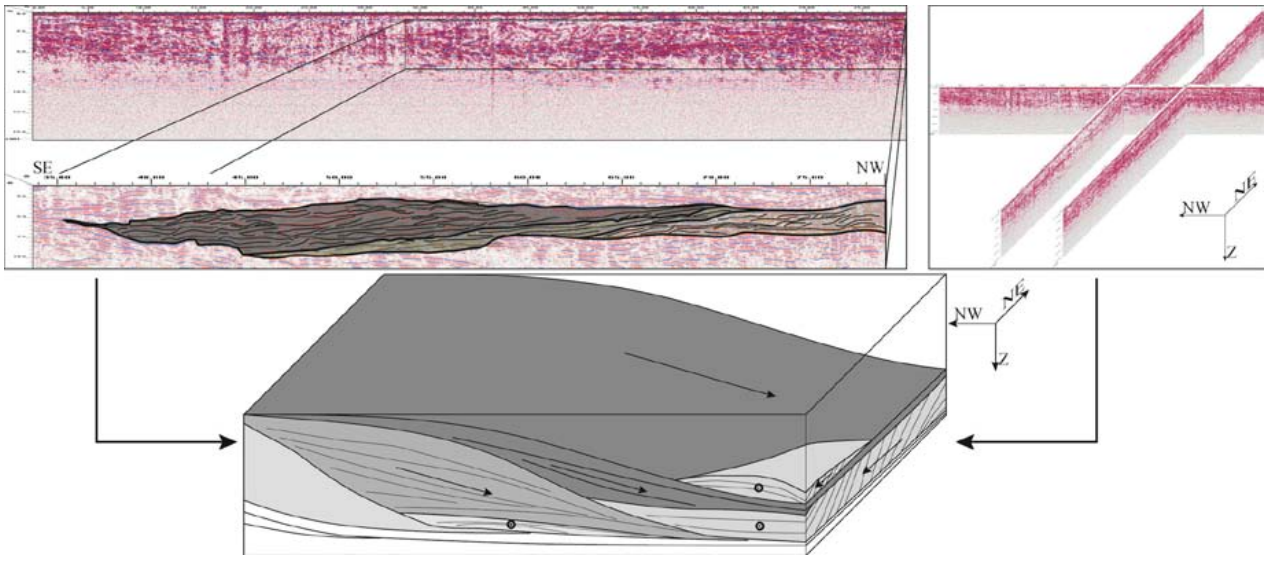



*Figure 1 : Profils radar (300 MHz) et bloc diagramme montrant l'architecture complexe de barres de méandre et de dunes hydrauliques amalgamées, ainsi que leurs directions de migration.*

# UTILISATION COMBINÉE DU CALCAIRE LUTETIEN ET DE LA PIERRE DE VERNON DANS LE PATROMINE ARCHITECTURAL : COMPARAISON DE LEURS PROPRIETES PHYSIQUES ET DE LEUR DURABILITÉ

Mélanie DENECKER[(1)], Patricia VÁZQUEZ[(1,2,@)],
Beatriz MENENDEZ[(1)], Céline THOMACHOT-SCHNEIDER[(2),]

(1) Géosciences et Environnement Cergy (GEC). Université de Cergy-Pontoise. 5, Mail Gay Lussac, Neuville sur Oise. 95031 Cergy-Pontoise cedex
(2) Groupe d'étude des géomatériaux et environnements naturels, anthropiques et archéologiques (GEGENAA). Université de Reims Champagne-Ardenne. Centre de Recherche en Environnement et Agronomie. 2, esplanade Roland Garros. 51100 Reims
(@) patricia.vazquez@univ-reims.fr

Il est courant de trouver dans des monuments de la région parisienne et des environs (ex. Rouen) une association de la pierre de Vernon et du calcaire lutétien. La pierre de Vernon est généralement localisée à la base de la construction (quelques mètres, voir jusqu'au milieu de la construction, cf figure 1), tandis que la pierre de Paris (lutécien) est plutôt située dans la partie supérieure. Malgré le manque de données dans la littérature concernant la pierre de Vernon, il semblerait que cette dernière aurait une plus grande durabilité dans le temps.

L'objectif de cette étude est de mieux comprendre l'utilisation des ces deux types de calcaires pour des emplacements différents. Une caractérisation pétrophysique (porosité, distribution de la taille de pores, absorption capillaire, vitesse de propagation des ondes,…) a été réalisée afin de connaître les propriétés physiques qui ont permis de déterminer l'utilisation de chaque pierre à des hauteurs différentes. De plus, cette étude a été complétée par des observations microscopiques à l'aide du microscope électronique à balayage (MEB) et de la loupe binoculaire, ainsi que par la caractérisation de la composition minéralogique par diffraction des rayons X. L'observation de la texture des deux roches a permis d'expliquer leur comportement pétrophysique, et l'influence de la phase argileuse sur les propriétés de transferts.

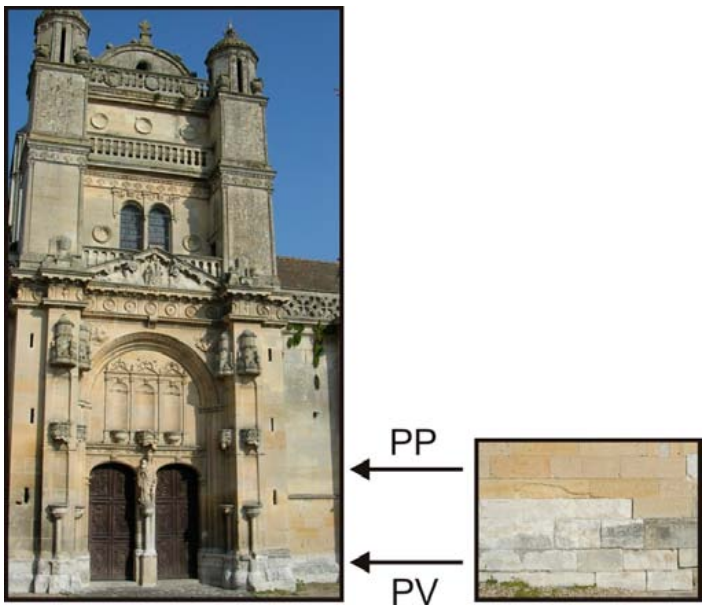



Figure 1 : *Cathédrale de Rouen (Normandie, France) construite en calcaire lutétien (PP). Le sous bassement est construit en pierre de Vernon (PV).*

# DRAINAGE CONTINENTAL ET CIRCULATION OCÉANIQUE AU JURASSIQUE : APPORT DES ISOTOPES DU NÉODYME

Guillaume DERA[1,@], Jonathan PRUNIER[1], Paul SMITH[2], Jim HAGGART[2,3], Evgeny POPOV[4], Alexander GUZHOV[5], Mikhail ROGOV[6], Dominique DELSATE[7], Detlev THIES[8], Gilles CUNY[9], Emmanuelle PUCÉAT[10], Guillaume CHARBONNIER[11], Germain BAYON[12]

(1) GET, Université de Toulouse, 14 avenue Edouard Belin, 31400 Toulouse, France
(2) Department of Earth, Ocean and Atmospheric Sciences, University of British Columbia, 2207 Main Mall, Vancouver, Canada
(3 Geological Survey of Canada, 1500-605 Robson Street, Vancouver, Canada
(4) Saratov State University, 83 Astrakhanskaya Str., 40012 Saratov, Russia
(5) Paleontological Institute, 123 Profsoyuznaya ul., 117997 Moscow, Russia
(6) Geological Institute, 7 Pyzhevsky lane, 119017 Moscow, Russia
(7) Muséum National d'Histoire Naturelle, 25 rue Munster, 2160 Luxembourg, Luxemburg
(8) Institut für Geologie, Leibniz Universität Hannover, Germany
(9) Natural History Museum of Denmark, Øster Voldgade 5-7, 1350 Copenhagen, Denmark
(10) Biogéosciences, Université de Bourgogne, 6 Bd Gabriel, 21000 Dijon, France
(11) Laboratoire IDES, Université Paris Sud XI, 91405 Orsay, France
(12) Ifremer, Unité de Recherche Géosciences Marines, 29280 Plouzané, France
(@) guillaume.dera@get.obs-mip.fr

Ce travail vise à contraindre les courants océaniques et les modifications du drainage continental résultant de l'éclatement de la Pangée au Jurassique. Dans ce but, nous présentons 53 valeurs isotopiques du néodyme (notées $\varepsilon Nd_t$) mesurées sur des bioapatites et sédiments provenant de différents bassins européens, russes, et nord américains. L'application de ce proxy géochimique se base sur le fait que les roches lessivées sur le continent ont différentes compositions en isotopes du Nd selon leurs origines (volcaniques vs. cratoniques) et leurs âges (précambriennes à récentes). Au travers des décharges fluviatiles, l'eau de mer acquière un signal isotopique qui reflète toutes les sources potentielles de l'aire de drainage. Comme le temps de résidence du Nd est relativement court comparé à celui du brassage de l'océan global, ce proxy géochimique est considéré comme conservateur et très approprié pour tracer les échanges de masses d'eau possédant des signatures géochimiques différentes. Par ce principe, nous tentons donc de réévaluer les changements océaniques à haute résolution stratigraphique en précisant les sources ayant influencé la signature de l'eau de mer à travers le Jurassique.

Combinés à une compilation exhaustive des données issues de la littérature, nos résultats montrent que les sources de Nd étaient très variables selon les domaines considérés à l'échelle du globe. En contraste aux motifs actuels montrant que toute la ceinture de feu contribue au signal radiogénique de l'océan pacifique, la signature du Panthalassa (-3,9) semble avoir été principalement tributaire de sources volcaniques nord-américaines ou sud-gondwaniennes. En Téthys équatoriale, les valeurs des eaux tropicales sont moins radiogéniques (-6,3) et reflèteraient un mélange entre sources radiogéniques (eaux panthalassiques ou lessivage de l'arc cimmérien) et des apports non radiogéniques provenant de la Laurasia et du Gondwana. Vers les hautes latitudes, l'$\varepsilon Nd$ des eaux diminue fortement dans le domaine euro-boréal (-8.6) mais reste plus élevée au niveau de la plateforme russe (-7.4). Cela indiquerait des apports non radiogéniques du massif fenno-scandinave au nord et de sources volcaniques à l'est. Finalement, nous notons que les valeurs d'$\varepsilon Nd$ des eaux euro-boréales et russes fluctuent fortement au cours du temps et reflètent des changements à court terme des motifs de circulation des masses d'eau et/ou des modifications sporadiques des zones de drainage durant le Jurassique.

# PHOSPHORITES DES NIVEAUX A HOMINIDES DE LA FORMATION MIOCENE SUPERIEUR DE LUKEINO (COLLINES TUGEN, KENYA) : APPORT A LA CARACTERISATION DU MILIEU.

Perrine DERICQUEBOURG[1,@], Alain PERSON[2], Loïc SEGALEN[2], Nathalie FAGEL[1], Martin PICKFORD[3], Brigitte SENUT[3]

(1) Université de Liège. Laboratoire Argiles, Géochimie et Environnements sédimentaires. Département de Géologie. Allée du 6 Août, B18, Sart-Tilman B-4000 Liège Belgique.
(2) Université Pierre et Marie Curie. Laboratoire Biominéralisations et Environnements sédimentaires, ISTeP – UMR 7193. 4 Place Jussieu 75252 Paris cedex 05.
(3) CR2P UMR 7207, MNHN, UPMC, CNRS, 57 rue Cuvier, CP 38, F-75005, Paris, France
(@) perrine.dericquebourg@doct.ulg.ac.be

Dans le cadre d'une étude du contexte environnemental d'*Orrorin tugenensis*, hominidé du Miocène supérieur du Kenya, la formation de Lukeino a fait l'objet d'une approche sédimentologique détaillée. Il s'agit d'une série sédimentaire fluvio-lacustre affleurant dans les Collines Tugen, dans la partie kenyane du Rift Est Africain. Les dépôts y enregistrent l'évolution du paléolac Lukeino et donc celle du cadre climatique régional. Ils se composent principalement de niveaux détritiques fins : argilo-sableux incluant des néoformations smectitiques et zéolitiques. Entrecoupés de cinérites, ils présentent localement des passées diatomitiques et carbonatées (stromatolites, dolomite primaire). Ces sédiments caractérisent un contexte de rift continental actif avec une intense activité tectonique et volcanique. Les coulées qui encadrent la Formation de Lukeino permettent de dater les sédiments entre 6,1 et 5,7 Ma (Sawada et *al*., 2002).

Sur deux des coupes étudiées, sont mis en évidence des niveaux phosphatés relativement continus, centimétriques, parfois très indurés à raison de plusieurs horizons sur un même site. Ces phosphorites apparaissent de façon très abrupte dans l'enregistrement sédimentaire marquant une rupture brutale dans l'épaisse accumulation de matériaux détritiques fins. La reprise des dépôts silto-argileux après l'épisode phosphaté est également très tranchée.

Le minéral phosphaté est une carbonate fluoro apatite (francolite) caractérisée par DRX et FTIR. Le phosphate indure un support diatomitique dépourvu d'élément détritique, mis en évidence en lame mince et au MEB.

Dans le scénario envisagé, il est proposé un arrêt brutal de l'abondante sédimentation détritique concomitante avec le développement intense de la production de diatomées dont la matière organique abondante va être préservée sur le fond du lac, dans des conditions sub-oxiques ou anoxiques. La diatomite ainsi déposée devient le support de mattes cyanobactériennes responsables de la phosphatogenèse primaire aux dépens de cette matière organique.

Ainsi, les dépôts de phosphorites mettent en évidence localement un changement drastique des conditions de sédimentation, et donc de l'environnement à l'époque où émergent les hominidés.

Reference

Sawada Y., Miura T., Pickford M., Senut B., Itaya T.,Kashine C., Hyodo M., Chujo T., Fujii H. (2002). The age of *Orrorin tugenensis*, an early hominid from the Tugen Hills, Kenya. *C. R. Palevol* 1: 293-303.

# LATE ORDOVICIAN DEGLACIATION IN THE TASSILI N'AJJERS AREA (ALGERIA): A RECORD OF THE GLACIO-EUSTATIC REBOUND?

Rémy DESCHAMPS [1,@], Stéphane ROUSSÉ [2], Rémi ESCHARD [3]

(1) IFP Energies Nouvelles, 1 and 4, avenue de Bois-Préau, 92852 Rueil Malmaison, France
(2) BEICIP-FRANLAB, 232 Av. Napoléon Bonaparte, 92500 Rueil Malmaison, France
(3) TOTAL, 2 place Jean Millier, La Défense 6, 92400 Courbevoie, France
(@) remy.deschamps@ifpen.fr

Fieldworks at the southern flanks of the Tassili N'Ajjers mountains (SE Algeria) focused on Late Ordovician deposits reveal occurrences of ice-sheet and glaciogenic deposits unconformably overlying the Cambrian to Middle Ordovician succession (Ajjers, Banquette and In Tahouite Formations).

Late Ordovician glaciation has been recently deeply investigated due to oil and gas uprising interests. The different studies presented in the literature mainly focused on North Africa, on the Northern part of the Paleozoic Gondwana platform. In recent years, detailed works focused to unravel the sedimentology and stratigraphy of Hirnantian glacial deposits and the Early Silurian post-glacial transgression in Algeria and Libya.

The transition between the glaciogenic succession and the Silurian shales remains difficult to characterize, because it involves both the isostatic rebound interacting with a global glacio-eustatic sea-level rise.

In the Tassili N'Ajjers, the geological record offers a final stratigraphic architecture within which glacial erosion surfaces, subsequent marine transgression, and transgressive ravinement surfaces may locally be amalgamated or at least of debatable origin, to recognized the signature of the glaci-isostatic record is not straightforward.

The glaciogenic succession is capped by the transgressive shallow marine shelf deposits below the offshore shales, belonging to the "Dalle M'Kratta unit". This unit represents the first occurence of fully marine deposits since the onset of glacial episode.

The "Dalle M'Kratta" may be regarded as a marine shelf to shoreline unit and is thought to represent the transgressive remnants of the post-glacial Late Ordovician/Early Silurian flooding. This facies succession is interpreted as the record of the eustatic rise and isostatic rebound interplays at the end of glaciation. The transgression peak is marked by the deposition of the Silurian offshore shales.

These deposits are considered as a complex and composite post-glacial transgressive sediment wedge, but without of any glacial influences. This comprises a suite of stratigraphic events (and associated sedimentary processes), in ascending stratigraphic order:

(1) The Early post-glacial flooding (following rapid and definitive ice-retreat, possibly after a minor re-advance) leads to shallow marine condition, deposited on an inherited topography (e.g. former outwash delta/fan surface, interfluves area, and/or underfilled ice-scoured surfaces created by a last minor GES);

(2) Simultaneously and/or immediately after the initial flooding, the isostatic rebound episode may be responsible for the erosion, the reworking of the preexisting topography, and may be associated to deposition on a renewed landscape;

(3) The final eustatic transgressive episode, in the Early Silurian times, leads to tidal sand-waves field occurrence, laterally associated to the bioturbated hardground in sediment starved areas;

(4) The ongoing eustatic rise induced a marine drowning of the platform, coeval of anoxic offshore shales deposition.

# CARACTERISATION DES SERIES LACUSTRES DU MIOCENE SUPERIEUR DE L'ILE DE SAMOS. UN EXEMPLE DE PALEOLAC ALCALIN ET SALIN

Rémy DESCHAMPS[1,@], Youri HAMON[1], Tristan DARRE[2], Christian GORINI[2]

(1) IFP Energies nouvelles, 1 & 4 Avenue de Bois Préau, 92852 RUEIL-MALMAISON
(2) IsTEP – Université Pierre and Marie Curie, 4 place Jussieu, 75252, PARIS
(@) remy.deschamps@ifpen.fr

Ce travail vise à proposer une étude intégrée de la série lacustre des Bassins Miocènes de Mytillini et Hokarion, sur l'île de Samos. Ces derniers sont deux des bassins se développant dans le SE de l'Europe durant le Néogène supérieur. La série est recoupée par plusieurs intrusions basaltiques (coulées et dykes) permettant une datation fines, s'ajoutant aux âges mammifères.

L'étude sédimentologique (cinq sections dans le bassin de Mytillini, deux dans le bassin d'Hokarion ; 72 lames minces) a permis de caractériser les 3 formations de la série.

La formation de base (Pythagorion), d'âge Fini-Miocène est majoritairement composée de faciès carbonatés palustres (floatstone/rudstone à concrétions racinaires, oncolithes...) et lacustres (wackestone à ostracodes, à gastéropodes, mudstones bitumineux, marnes...). La formation Hora (intermédiaire) est composée de calcaires mudstone en plaquettes (parfois dolomitisés) présentant des indices de déformations synsédimentaires (slumps, plis...), de faciès laminés/varvés alternant diatomites et lamines calcitiques recristallisées. Des bancs sableux volcano-clastiques à convolutes, laminations planes et rides de courant ont été interprétés comme des turbidites. La troisième et dernière formation (Mytillini) se compose de faciès détritiques, conglomérats chenalisés (sheetflood), paléosols, siltites/argilites rouges et faciès volcano-clastiques type nuées ardentes.

La série traduit l'évolution d'un système lacustres peu profonds (Pythagorion), s'approfondissant et présentant des évidences d'une paléosismicité (Calcaires en plaquettes, Base Hora). Le maximum d'approfondissement semble atteint avec le dépôt des faciès varvés (Top Hora). La chimie des eaux lacustres semblent alcalines (concrétions carbonatés, analcime...) et salines (diatomées typique de conditions salines). Les analyses géochimiques seront également présentées et discutées (majeurs et traces, C/O isotopes). L'intégration de ce travail au cadre géologique/géodynamique de la zone Égéenne constitue le dernier volet de ce travail.

*A gauche: Faciès laminés de la Formation Hora. A droite: Paléosols à manchons racinaires carbonatés (Formation Pythagorion).*

# LE SENS D'ENROULEMENT DES FORAMINIFÈRES PLANCTONIQUES (HEDBERGELLES) AU CÉNOMANIEN SUPÉRIEUR : UN NOUVEAU SIGNAL ENVIRONNEMENTAL

Delphine DESMARES[(1,@)], Edwige MASURE[(1)], Marc TESTE[(1)], Nemo CROGNIER[(1)], Maxime TREMBLIN[(1)], Danièle GROSHENY[(2)] & Bernard BEAUDOIN[(3)]

(1) UMR 7207 (CR2P), MNHN – UPMC - CNRS. Université Pierre et Marie Curie, Tour 46-56 5ème, 4, place Jussieu F75252 Paris Cedex 05.
(2) UMR7359 GéoRessources, Université De Strasbourg EOST, 1 rue Blessig, F67084 Strasbourg cedex
(3) Géosciences, Mines-ParisTech, 60 Bd St Michel, 75006 Paris
(@) delphine.desmares@upmc.fr

La proportion de formes à enroulement dextre/senestre des populations de la morpho-espèce *Neogloboquadrina pachyderma* est un outil classique de reconstruction des périodes glaciaires et interglaciaires pléistocènes ; les morphotypes senestres vivant majoritairement dans les eaux polaires. Des travaux récents ont montré que les individus levogyres (S) et dextrogyres (D) appartenaient à deux espèces différentes aux préférences écologiques distinctes : *N. pachyderma* (S) et *Neogloboquadrina incompta* (D). De façon générale, le sens d'enroulement des foraminifères planctoniques crétacés n'était pas considéré comme un critère de détermination des taxa, ni comme un signal environnemental. Néanmoins chez les morpho-espèces crétacées *Hedbergella delrioensis* et *Whiteinella aprica* les deux morphotypes, dextre et senestre, ont été observés.

Au passage Cénomanien-Turonien, des études menées par des observateurs différents sur le sens d'enroulement des hedbergelles et les whiteinelles de plusieurs coupes du bassin nord-américain du Western Interior montrent à une échelle fine des variations du pourcentage d'individus senestres (entre 1 et 20%) remarquablement parallèles à l'évolution du $\delta^{18}O_{carb}$. Si l'interprétation de ce signal isotopique reste sujet à débat, le sens d'enroulement des foraminifères planctoniques apparaît être un outil environnemental robuste et non altéré par la diagenèse ; les erreurs de comptage entre deux observateurs sont de l'ordre de 2% et restent bien en dessous des variations mises en évidence.

Un événement d'ampleur plus importante se superpose aux fluctuations à haute fréquence. Ainsi, au Cénomanien supérieur, dans les zones d'ammonites à Mosbyense et à Gracile, la proportion d'individus senestres de *H. delrioensis* augmente significativement et atteint près de 50%. Cet « «événement », qui aurait une durée d'environ 200 000 ans, apparaît synchrone dans les coupes bien contraintes stratigraphiquement du bassin du Western Interior mais est également reconnu dans d'autres domaines paléogéographiques (bassin anglo-parisien, Ombrie-Marches). Dans le bassin du Western Interior, l'augmentation des *H. delrioensis* senestres est de plus associée à une diminution de la porosité (rapport surface des pores / surface totale) de leur test de l'ordre de 10% ainsi qu'à l'augmentation des valeurs du $\delta^{18}O_{carb}$ qui rendraient compte d'une baisse des températures des masses d'eau superficielles lors du développement de l'événement anoxique océanique (OAE2).

Toutefois, de brefs épisodes « chauds » (quelques dizaines de milliers d'années) sont décelés au cours de cet événement « froid » par la synchronisation entre la diminution des valeurs du $\delta^{18}O_{carb}$, l'augmentation les *H. delrioensis* dextres et la présence d'espèces téthysiennes subtropicales de dinoflagellés.

# GÉOCHIMIE HAUTE-RÉSOLUTION SUR LA SÉQUENCE SEDIMENTAIRE DE SHRIEK: CHANGEMENTS DE L'ENVIRONNEMENT AU COURS DU NÉOLITHIQUE DANS LA VALLÉE DU RHIN

Anne-Lise DEVELLE[1,@], Jean François BERGER[2], Fabien ARNAUD[1],
Willem TOONEN[3], Adrien BARRA[2]

(1) Laboratoire EDYTEM, UMR CNRS 5204, Université de Savoie, Bâtiment Pôle Montagne, F-73376 Le Bourget du Lac cedex
(2) UM5 5600-Environnement Ville Société, 18, rue Chevreul, 69362 Lyon Cedex
(3) Utrecht University, Physical geography department, P.O Box 80125, 3508 TC Utrecht, The Netherlands.
(@) : anne-lise.develle@univ-savoie.fr

La culture Rubanée (LBK) représente un des courants majeurs de l'expansion de l'agriculture au cours du néolithique en Europe. De nos jours, l'expansion danubienne est attestée par de nombreux sites archéologiques mis à jour depuis la Hongrie jusqu'en France septentrionale. Afin de mieux comprendre les modalités d'installation de sociétés Rubanées dans ces régions, il est nécessaire de comprendre les interactions complexes entre l'émergence de cette culture et les facteurs de forçage naturels tels que le climat et l'hydrologie locale. Il est donc crucial de fournir des archives les plus détaillées possible et chronologiquement bien contraintes. C'est dans ce contexte que s'inscrit le programme OBRESOC qui a pour objectif de reconstituer et modéliser les interactions homme/climat à partir d'une approche multi-paramètres spatialisée. Dans cette optique, de nombreuses carottes sédimentaires ont été prélevées en périphérie de sites archéologique Rubanés (Tisza, Vistule, Rhin et bassin parisien).

Les résultats présentés ici portent principalement sur les mesures géochimiques réalisées à haute résolution sur une carotte prélevée dans la basse vallée du Rhin (Shriek). La séquence sédimentaire, mesurant 11m, est constituée de sédiments argilo-silteux gris sombres à blanchâtres, finement laminés à la base. Le modèle d'âge, contraint par 14 dates radiocarbones, indique que la séquence couvre les derniers 8000 ans cal. BP. Les éléments majeurs et traces constituant les sédiments ont été analysés par scanner XRF.

De 8200 à 7200 ans cal. BP, les variations élémentaires indiquent une phase lacustre associée à un fort un taux de sédimentation et des apports sédimentaires variés. Les faciès laminés sont bien marqués géochimiquement, notamment par les éléments oxydo-dépendants tels que le Manganèse, le Fer et le Soufre. À partir de 7200 ans cal. BP, de nombreuses zones riches en matière organique (Brome) se mettent en place. L'augmentation graduelle du Soufre (interprété comme indicateur de phases réductrices) suggère une déconnexion Rhin/lac de Shriek et une eutrophisation progressive de ce dernier. Les éléments détritiques ne sont plus représentés que par des pics d'éléments silicoclastiques intermittents traduisant des apports en eau irréguliers mais intenses (e.g épisodes de crues).

Les données présentées ici ont permis de fournir une chronique détaillée des changements paléoenvironnementaux ayant influencé la dynamique sédimentaire de Shriek au cours du Néolithique et particulièrement au cours de la période d'installation des Rubanés dans la région (7600-6600 ans cal. BP).

# GEOCHIMIE HAUTE RESOLUTION SUR ARCHIVES NATURELLES CONTINENTALES (SEDIMENTS, SPELETOHEMES, CERNES D'ARBRES): MESURES DE ROUTINE ET DEVELOPPEMENTS ANALYTIQUES

Anne-Lise DEVELLE[1,@], Fabien ARNAUD[1], Pierre SABATIER[1], Stéphane GUEDRON[2], Laurent ASTRADE[1], Emilie CHALMIN-ALJANABI[1], Magali ROSSI[1]

(1) Laboratoire EDYTEM, UMR CNRS 5204, Université de Savoie, Bâtiment Pôle Montagne, F-73376 Le Bourget du Lac cedex
(2) IRD-Isterre, UMR5275 Université Joseph Fourier, BP53, F-38041 Grenoble
(@) anne-lise.develle@univ-savoie.fr

Un scanner de carottes XRF de type Avaatech, a été installé en mai 2012 au laboratoire EDYTEM. Les avantages du scanner XRF sont nombreux. Il permet la mesure en continu et à haute résolution (de 2cm à 100µm) de nombreux éléments majeurs et traces (0-50keV). Cette méthode ne nécessite aucune préparation préalable puisque les analyses sont effectuées directement sur les prélèvements. Elle est donc utilisée en routine comme outil de logging et comme indicateur de changements environnementaux, en utilisant notamment les éléments majeurs. Ces applications de routine sont proposées à l'ensemble de la communauté scientifique qui assure 60% du temps d'utilisation de la machine.

S'il est un outil de caractérisation chimique particulièrement adapté à l'étude des séries sédimentaires lacustres et marines, le scanner de carottes peut être adapté à un grand nombre d'archives naturelles et sa plage d'utilisation en termes d'éléments chimiques peut être optimisée. C'est dans ce contexte que s'inscrit la démarche du laboratoire EDYTEM en développant les mesures par scanner XRF comme un outil d'analyse automatisée multi-archives.

Les principaux travaux de développement entrepris au laboratoire s'articulent autour de plusieurs axes de recherche qui combinent à la fois un travail de calibration des paramètres de l'appareil et l'utilisation de logiciels spécifiques pour le traitement des données (PyMca, MATLAB). Les trois axes, développés à ce jour, portent sur :

1. L'augmentation de la résolution spatiale des analyses (<100µm) pour tracer l'évolution chimique annuelle voir intra-annuelle des environnements à faible taux de sédimentation.
2. L'optimisation des mesures pour tracer les changements environnementaux enregistrés dans les échantillons à forte composante matricielle (spéléothèmes, cernes de bois)
3. L'amélioration des seuils de détection des contaminants métalliques en traces (Pb, Zn, Hg, Ni…) à partir de différentes archives (bois, sédiment, stalagmite) afin de fournir une chronique des pollutions à l'échelle de l'écosystème.

# LES ELEMENTS TRACES METALLIQUES DANS LES SEDIMENTS DE LA LOIRE : COMPARAISON DE L'ARCHIVAGE SEDIMENTAIRE ENTRE MARGE ET ANNEXE FLUVIATILE

Elie DHIVERT[1,@], Cécile GROSBOIS[1], Anthony FOUCHER[1], Lauren VALVERDE[1], Irène LEFEVRE[2], Marc DESMET[1]

(1) E.A. 6293 GéoHydrosystème COntinentaux, Université de Tours, Parc de Grandmont, 37200 Tours
(2) Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE/IPSL), Avenue de la Terrasse, 91198, Gif-sur-Yvette
(@) elie.dhivert@etu.univ-tours.fr

Une marge ou une annexe fluviatile archive la dynamique temporelle des contaminants à l'échelle d'un bassin versant ; en un point de prélèvement, une séquence sédimentaire est donc susceptible d'intégrer l'ensemble des sources du bassin versant amont. Cependant, la variabilité spatiale et temporelle des processus hydrosédimentaires en jeu au sein du corridor fluviatile pose la question de la représentativité, du continuum du taux de sédimentation et des différences entre les dépôts des annexes et des marges fluviatiles.

Dans ce cadre, deux carottes ont été prélevées à Decize en Loire Amont : l'une dans une annexe fluviatile toujours connectée et l'autre sur sa marge afin d'établir une comparaison des enregistrements.

Pour caractériser l'influence des processus et des modalités d'archivage, différents proxys ont été mesurés : granulométrie, spectrocolorimétrie, susceptibilité magnétique, densité apparente, datation $^{137}Cs$, dosage des éléments traces et majeurs et minéralogie.

Le model d'âge des deux contextes sédimentaires fait état de plus de deux siècles d'enregistrement marqués par une transition granulométrique et minéralogique datée de 1933 et correspondant à l'influence de l'exhaussement du barrage de Decize. On identifie également 4 niveaux sableux correspondant aux épisodes de crues historiques de la Loire de 1846, 1856, 1866 et 1907. La carotte prélevée sur la berge montre un phénomène d'aggradation de marge fluviatile antérieure au XVIIème siècle à sa base, avec une dynamique temporelle décrivant une transition entre une sédimentation correspondant à un transport solide de la charge de fond vers une suspension uniforme.

Les processus de sédimentation en jeu dans les deux milieux sont différents : alors que le remplissage sédimentaire des annexes fluviatiles en eau est caractérisé par une décantation des matières en suspension, le colmatage des marges fluviatiles résulte d'apport de sédiment lors des débordements du cours d'eau. Ces modes de dépôts se répercutent sur la composition granulométrique, minéralogique et géochimique des sédiments.

Dans le choix du site d'enregistrement sédimentaire, la présence de sédiments fins (< 63µm) est une caractéristique essentielle lorsque l'on s'intéresse à la contamination métallique, les fractions les plus fines étant les principaux vecteurs des contaminants. Cependant, cette fraction granulométrique est fortement sensible à la remise en suspension et au vannage pendant les épisodes de crues. Dès lors, la continuité de l'histoire sédimentaire est perturbée par des épisodes de stockage et de déstockage sédimentaire.

Cette étude s'inscrit dans le cadre du projet MetOrg (Université de Tours, Agence de l'Eau Loire Bretagne) qui vise à reconstituer les dynamiques spatio-temporelles des contaminants métalliques et organiques à l'échelle du bassin de la Loire.

# ENREGISTREMENT GLACIAIRE A LA MARGE DE L'INLANDSIS HIRNANTIEN (ORDOVICIEN SUPERIEUR) DANS L'ANTI-ATLAS CENTRAL

Pierre DIETRICH [1,@], Jean-François GHIENNE [1]

(1) Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre, Institut de Physique du Globe de Strasbourg (UMR 7516), CNRS/Université de Strasbourg, 1 rue Blessig, 67084 Strasbourg Cedex.
(@) pdietrich@unistra.fr

La marge de l'inlandsis hirnantien a atteint les zones les plus distales de la plate-forme continentale nord-gondwanienne (Méséta marocaine, Ibérie). A l'amont, à quelques centaines de kilomètres plus au sud, l'Anti-Atlas représente un domaine intermédiaire entre ce domaine périphérique et les centres de glaciation (bassin de Taoudéni, pourtour du Hoggar). La sédimentation y était contrôlée soit simplement par glacio-eustatisme lors de phases glaciaires mineures, soit par l'action directe de la glace lors des phases d'englacement maximum. La signature d'un éventuel rebond isostatique post-glaciaire est discutée.

L'enregistrement hirnantien (groupe du 2nd Bani) a été étudié à l'affleurement dans l'Anti-Atlas central autour de Tazzarine. Ce secteur représente un domaine interfluve relativement aux systèmes de vallées-tunnel adjacents. Les érosions glaciaires y ont été minimales, préservant une succession hirnantienne anté-glaciaire quasi-complète (Fm. inférieure du 2nd Bani) terminant avec des faciès de platier tidal. La sédimentation glaciaire (Formation supérieure du 2nd Bani) comprend 3 unités glaciaires. L'unité 1 débute par un complexe sous-glaciaire (tillites et tilloïdes, chenaux tunnels, fluvioglaciaire de haute énergie, planchers glaciaires) surmonté d'une progradation glaciomarine/front de delta/fluvioglaciaire. L'unité 2 repose sur une surface glaciaire tronquant en partie l'unité 1. Cette surface est remaniée en domaine sous-marin (courant de fond ?) puis scellée par des faciès argileux d'offshore localement à influence glaciomarine, surmontés avec un contact abrupt ou en rapide transition par des faciès gréseux (turbidites sableuses et/ou plaine deltaïque sous-aquatique ?). L'unité 2 est impliquée dans une déformation glacio-tectonique en plis et chevauchements marquant la position du front glaciaire lors d'une troisième phase d'avancée glaciaire. Cette déformation est scellée par l'unité 3 constituée de grès deltaïques à fluviatiles montrant dans leur partie supérieure des structures périglaciaires (lithalsas).

Cette archive, qui commence par enregistrer le maximum glaciaire régional (base de l'unité 1), représente dans sa globalité une séquence de déglaciation, le complexe glacio-tectonique marquant seulement l'ultime ré-avancée glaciaire dans cette zone. La présence de faciès d'offshore (unité 2) à un niveau stratigraphique caractérisé par les faciès intertidaux préglaciaires reflète une flexure glacio-isostatique, ce que vient confirmer le contact abrupt avec les faciès deltaïques sus-jacents suggérant quant à lui un rebond postglaciaire. La situation paléogéographique de l'Anti-Atlas central, comparable à la plate-forme de Terre Neuve au Dernier Maximum Glaciaire, laisse penser que la transgression glacio-eustatique dans ce secteur a du l'emporter sur la dynamique de surrection. Elle est probablement à l'origine de l'aggradation de l'unité 3 qui intervient dans un contexte proglaciaire. La ré-avancée limitée de l'inlandsis n'a pas eu de conséquence notable sur le glacio-eustatisme mais est responsable d'un flux sédimentaire encore important. L'ennoiement de la plate-forme sera plus tardif et peu affecté par les effets de la glacio-isostasie.

# LE DELTA HOLOCENE DE PORTNEUF (CÔTE NORD DU ST-LAURENT, QUEBEC) : ARCHITECTURE STRATIGRAPHIQUE D'UN SYSTEME EN REGRESSION FORCEE PAR LE REBOND GLACIO-ISOSTATIQUE

Pierre DIETRICH[1,@], Jean-François GHIENNE[1], Mathieu SCHUSTER[1], Alexis NUTZ[1], Claude ROQUIN [1], Philippe DURINGER [1].

(1) Institut de Physique du Globe de Strasbourg (IPGS)-UMR 7516, CNRS/Université de Strasbourg (UdS), Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre (EOST), 1 rue Blessig, 67084 Strasbourg Cedex, FRANCE.
(@) pdietrich@unistra.fr

La Côte Nord de l'estuaire moyen du St-Laurent est caractérisée par des deltas dont la progradation, initiée dès le retrait de l'inlandsis laurentien (Wisconsinien), s'effectue dans un contexte de régression forcée glacio-isostatique. Les effets de ce rebond glacio-isostatique, réponse lithosphérique au retrait de l'inlandsis, sont partiellement atténués par la montée glacio-eustatique. Ce rebond est cependant à l'origine de la surrection des séquences de progradation (prodelta/front de delta/littoral) ; la limite marine (invasion de la mer au moment du retrait glaciaire) se trouve aujourd'hui à des altitudes proches de 140 mètres.

Dans la péninsule de Portneuf, située à 250 km au Nord-Est de la ville de Québec, une falaise côtière atteignant 85 m de hauteur et un développement de plus de 7 km permet l'étude sédimentologique, architecturale et séquentielle d'une succession deltaïque d'âge Pléistocène terminal à Holocène, mise en place dans ce contexte de régression forcée. Les données combinent coupes de terrain (falaise côtière, berges fluviales), géomorphologie (MNT, photographies aériennes) et datations $^{14}C$ (coquilles, tourbes).

L'édification du delta de la rivière Portneuf débute avec la déglaciation et l'invasion marine sur flexure glacio-isostatique (12,7 ka BP Cal). A ce stade se déposent des argiles glaciomarines (laminites, galets lâchés). Les taux de surrection atteignent alors plusieurs cm/an. Le retrait des fronts glaciaires dans un contexte d'apports sédimentaires importants permet ensuite l'édification d'un delta fluvio-glaciaire au front d'un sandur (turbidites sableuses, débrites, chenaux-levées argileux). Ce système reste actif jusqu'à ce que l'inlandsis se retire hors du bassin versant de la rivière Portneuf, entrainant la diminution drastique des apports. Le remaniement par les vagues du stock sédimentaire en place entraine la formation généralisée de cordons littoraux (sables et galets d'avant-plage et sable d'arrière-plage). La rivière s'encaisse progressivement sous la forme de méandres, focalisant l'écoulement fluviatile. La progradation du système combine maintenant quelques dépôts d'embouchure (sables à rides, influence tidale) et la construction d'un important complexe de flèches littorales (clinoformes sableux à mégarides, avalanches). Celui-ci est alimenté par l'érosion littorale dans l'estuaire du St-Laurent qui recycle les dépôts de l'ancien delta fluvio-glaciaire. Le rebond isostatique étant toujours actif, les méandres fluviatiles et cordons littoraux successivement abandonnés s'étagent de 90 m d'altitude au niveau marin actuel.

Le rebond glacio-isostatique n'est aujourd'hui plus actif. Les faibles apports sédimentaires ne permettent plus l'accrétion sédimentaire à l'embouchure de la rivière Portneuf. Une rétrogradation générale de la ligne de rivage est ainsi observée, celle-là même qui est à l'origine de la falaise côtière de Portneuf.

# LE SILURIEN-DÉVONIEN DU BASSIN DE BERKINE (ALGÉRIE) ÉTUDE DE LA SÉRIE DES ARGILES ET DES NIVEAUX RÉSERVOIRS POUR LES PROJETS «GAS SHALES»

Hocine DJOUDER[1,@], Geoffray MUSIAL[2], Bruno MURAT[2], Rachid AÏT-OUALI[3]

(1) Laboratoire de Pétrologie Sédimentaire, Département de Géologie Bâtiment B20, Université de Liège, B-4000 Belgique
(2) BeicipFranlab Oil&Gas Consultancy (IFP Group), 232 Av Napoléon Bonaparte P.O. Box 213, Rueil-Malmaison, 92502 France
(3) Université des Sciences et de la Technologie Houari-Boumediene, Alger, 16111 Algérie
(@) hocine.djouder@student.ulg.ac.be

Situé dans le Sud Est algérien, à la limite des frontières algéro-tunisienne et libyenne, le Bassin de Berkine est un bassin intracratonique qui s'étend sur près de 102 000 km$^2$. Au Paléozoïque inférieur, cette étendue était le siège d'une sédimentation silicoclastique puissante.

Cette étude est focalisée sur le Silurien et le Dévonien, car le Bassin de Berkine renferme des réservoirs potentiels : Alternances argilo-gréseuses (AAG) du Silurien sommital et les grès massifs du Lochkovien-Praguien et Emsien. Mais également des roches mères, telles que les argiles radioactives du Silurien, très mature, et du Frasnien.

En effet, les gisements atypiques non-conventionnels, à roches sédimentaires faiblement perméables, constituent une source pétrolière majeure d'où un regain d'intérêt potentiel au sein du Bassin de Berkine.

Au total 146 puits et une dizaine de carottes ont fait l'objet d'une analyse de faciès/électrofaciès et de stratigraphie séquentielle haute résolution. Ceci est dans le but de caractériser les séquences de dépôts et leurs environnements respectifs, puis de prédire la géométrie-cartographie des corps sédimentaires, et au final, de caractériser les propriétés pétrophysiques des « Plays » potentielles.

Cinq séquences principales sont mises en évidence pour le Silurien, dans le secteur de Menzel Lejmat et le Sillon de Marfag, du Bassin de Berkine.

Les séquences **Si-1** et **Si-2** sont datées du Llandoverien. Au cours de cette période, le bassin était le siège d'une importante sédimentation argileuse de « Hot Shales » et d'Argiles à Graptolites de 500 à 650 m d'épaisseur. Ces faciès argileux de plateforme externe profonde passent au sommet à des faciès carbonatés très vite remplacés par des sédiments gréseux (séquences **Si-3, Si-4 et Si-5**) initiateurs d'un contexte deltaïque progradant du Sud vers le Nord.

Au Dévonien, les séquences **Si-6**, formation Tadrart (Lochkovien et Pragien) et **Si-7** (Emsien) à grès massifs fluviatile-estuarien sont affectés par des minéraux authigènes, tels que la *Chamosite*. Ces revêtements chloriteux des grains préserve la porosité mais réduisent la perméabilité et contribuent à la destruction des propriétés pétrophysiques de ces réservoirs.

La séquence **Si-8** (Eifélien-Givétien) atteint 110 m d'épaisseur est essentiellement carbonatée. Ensuite, l'installation définitive des argiles radioactives (séquence **Si-9**) en discordance sur **Si-8** marque le Frasnien-Fammenien.

# EVOLUTION MORPHODYNAMIQUE DES DUNES SOUS-MARINES

Arnaud DORE[1,@], Philippe BONNETON[1], Vincent MARIEU[1], Thierry GARLAN[2]

(1) Université de Bordeaux 1; CNRS; UMR 5805-EPOC, Talence, F-33405, France
(2) SHOM ; HOM/REC-CFuD/Sédimentologie, CS 92803, 29228 BREST Cedex 2
(@) a.dore@epoc.u-bordeaux.fr

Les dunes sont des formes sableuses très présentes en environnement côtier sous-marin. Leur évolution est importante pour de nombreux domaines, comme par exemple la navigation (chenaux, dragages), l'industrie (éolien, pipelines, câbles), les bilans sédimentaires ou les modèles de circulation côtière (rugosité du fond accrue, rétroaction sur les courants). Depuis quelques années, le Service Hydrographique de la Marine réalise, dans le cadre du projet PROTEUS DUNE, un ensemble de campagnes de mesures visant à répertorier les champs de dunes le long des côtes françaises et montrant de vastes entités (Mer du Nord, Manche ..).

Les dunes naissent d'une instabilité du système fond sédimentaire-courants et se développent sous l'action du cisaillement des courants marins sur les fonds sableux. Cette évolution est fortement non linéaire et la théorie des instabilités n'est pas suffisante pour la reproduire.

La genèse des dunes subaquatiques et leur évolution jusqu'à l'équilibre a été étudiée lors d'expérimentations en laboratoire et en milieu naturel. Ces expérimentations permettent l'observation des différentes étapes de la formation d'un champ de dunes de la première instabilité jusqu'à la saturation ainsi que les dimensions caractéristiques des dunes à l'équilibre soumises à un forçage variable.

Dans ce travail, l'évolution morphodynamique des dunes sous-marines est étudiée en ayant recours à la modélisation numérique. Le modèle utilisé est DUNE2D. Ce modèle simule la colonne d'eau et permet de simuler le développement des dunes grâce à un couplage entre un module hydrodynamique, un module de transport sédimentaire et un module d'évolution du fond.

Les simulations réalisées ont pour but de reproduire l'évolution observée lors des expériences en laboratoire, notamment le processus non linéaire d'auto organisation du champ de dunes conduisant à l'équilibre par une succession d'appariements des formes sableuses jusqu'à la saturation.

L'étude se concentrera dans un premier temps sur les dunes hydrauliques (courants unidirectionnels) avant de considérer dans un deuxième temps les dunes soumises à un courant oscillant (dunes tidales).

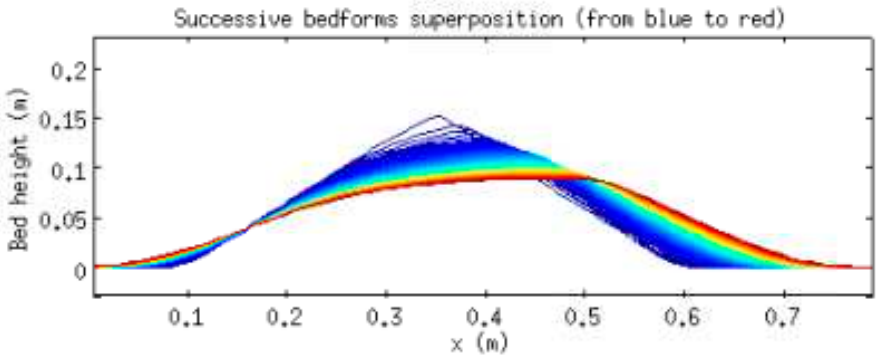



Figure. *Exemple d'évolution simulée par DUNE2D du profil d'une dune initialement de pente égale à l'angle de repos du sédiment et soumise à un courant stationnaire.*

# INTERACTION DEFORMATION/SEDIMENTATION IN A MULTIDÉCOLLEMENT THRUST, ANALOGUE MODELLING - APPLICATION TO BOLIVIAN SUBANDEAN

Lena DRIEHAUS[1,2], Thierry NALPAS[1,@], Jean-François BALLARD[3]

(1) Géosciences Rennes, Université de Rennes 1, UMR 6118 du CNRS, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes cedex, France
(2) Departament de Geodinàmica i Geofísica, Facultat de Geologia, Universitat de Barcelona (UB) C/ Martí i Franquès s/n, 08028 Barcelona, Spain
(3) Total EP, CSTJF, Avenue Larribau, 64018 Pau Cedex, France.
(@) thierry.nalpas@univ-rennes1.fr

Fold and thrust belts are influenced by the presence of décollement levels, the amount of shortening, and the amount of synkinematic sedimentation. These parameters have been studied at thrust belt scale in field approach, analogue and numerical modelling. The effect of synkinematic sedimentation with one décollement level has been studied at the scale of a single structure, and only one study has addressed the effect of synkinematic sedimentation with two décollement levels. Here we used analogue modelling to test the evolution of a single structure during sedimentation in a domain presenting two prekinematic décollement levels. The evolution of these experiments shows that the expression of the deformation is very dependent on the sedimentary ratio: (i) or the structure propagate frontward in asymmetric global shape if sedimentation ratio is lower than the uplift velocity, (ii) or the structure increase vertically and its vergence change with development in opposite sense if the sedimentation ratio is similar to the uplift velocity, (iii) or the structure is very symmetric in surface and at depth, with associated uplift if sedimentation ratio is higher than the uplift velocity. The results of the experiments were compared to the Subandean thrust belt in order to help seismic interpretation.

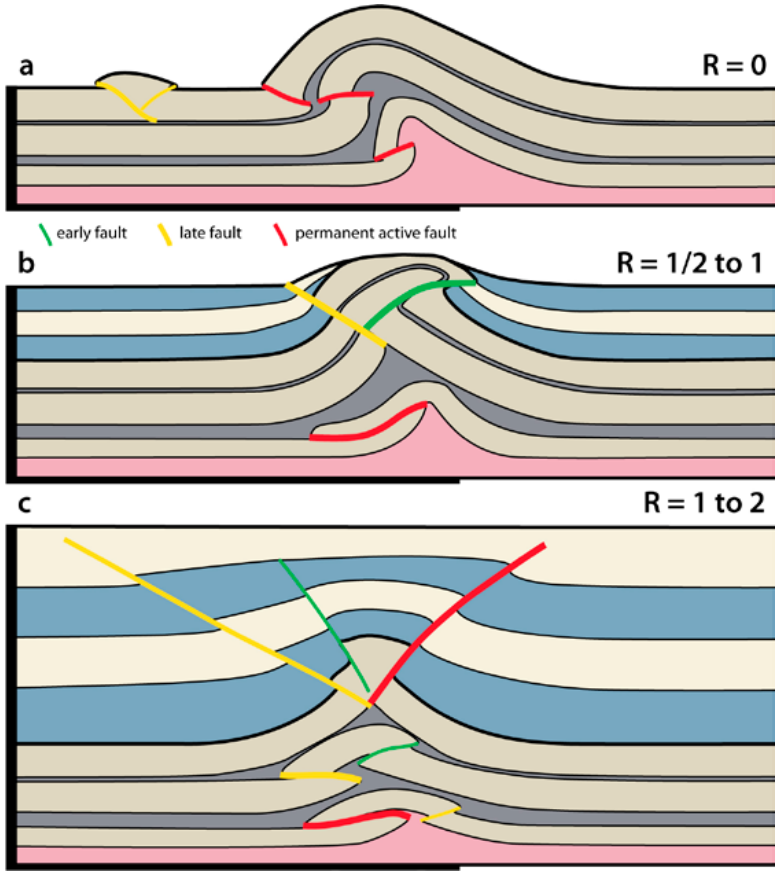



Figure. *Representative cross-sections showing the main characteristics of experiments.*

# TRACES DE COURANTS CHENALISÉS À 800 KM DES CÔTES : MORPHOLOGIE TRÈS HAUTE-RÉSOLUTION DE LA TERMINAISON DU CHENAL ACTUEL DU SYSTÈME TURBIDITIQUE DU CONGO (CAMPAGNE CONGOLOBE)

Laurence DROZ[1,@], Céline JACQ[1], Nathalie BABONNEAU[1], Bernard DENNIELOU[2], Marie PICOT[1], Morgan LE SAOUT[1], Johan SAOUT[2] et Christophe RABOUILLE [3]

(1) Laboratoire Domaines Océaniques, CNRS/UBO, IUEM, Place N. Copernic, 29280 Plouzané, France. (2) Laboratoire Environnements Sédimentaires, Ifremer, UR GM, BP 70, 29280 Plouzané, France. (3) Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, Domaine du CNRS, Bat 12, Avenue de la Terrasse, 91198 Gif-sur-Yvette, France.
(@) laurence.droz@univ-brest.fr

Le complexe de lobes actuels du système turbiditique du Congo, situé à ~800 km de l'embouchure du fleuve Congo par des profondeurs de 5000 m, a été étudié entre 1998 et 2000 dans le cadre du projet ZaïAngo (partenariat Total/Ifremer). Il est composé de 5 lobes terminaux qui ont progradé depuis 7000 ans le long du chenal actuel (Figure). Dans cet environnement caractérisé par un flux important et quasi-continu de particules détritiques et matière organique d'origine continentale, des faunes inconnues jusqu'alors à de telles profondeurs ont été découvertes.

L'objectif de la campagne Congolobe (2012, C. Rabouille, LSCE) était l'étude de ces faunes et leurs relations à leur environnement géologique et géochimique. Des données bathymétriques de très haute-résolution ont été obtenues au moyen du ROV Victor 6000, sur 3 sites situés à l'entrée du complexe de lobes (site A), à l'entrée du dernier lobe (site F) et dans la zone d'épandage du dernier lobe (site C). Des carottes calypso ont également été prélevées dans chacun de ces sites.

L'analyse des données montre sur les 3 sites l'action de courants qui se matérialise par des traces d'érosion (flancs abrupts, figures d'affouillement, sillons allongés) et de dépôts (rides transversales dans les chenaux, *sediment waves* sur les levées). Les données montrent également de nombreuses figures d'instabilité gravitaire matérialisée par une désagrégation généralisée des bordures des chenaux (blocs glissés de tailles variées et à différents stades d'évolution, cicatrices de glissement). Une fine pellicule argileuse, observée en plongées, recouvre les 3 zones. Elle pourrait représenter la décantation du panache argileux du dernier événement turbiditique. Les carottes ont révélé de nombreuses déformations des couches témoignant des glissements affectant les levées.

L'âge et la fréquence du passage de ces courants devront être précisés ainsi que l'énergie des courants pouvant engendrer les figures identifiées.

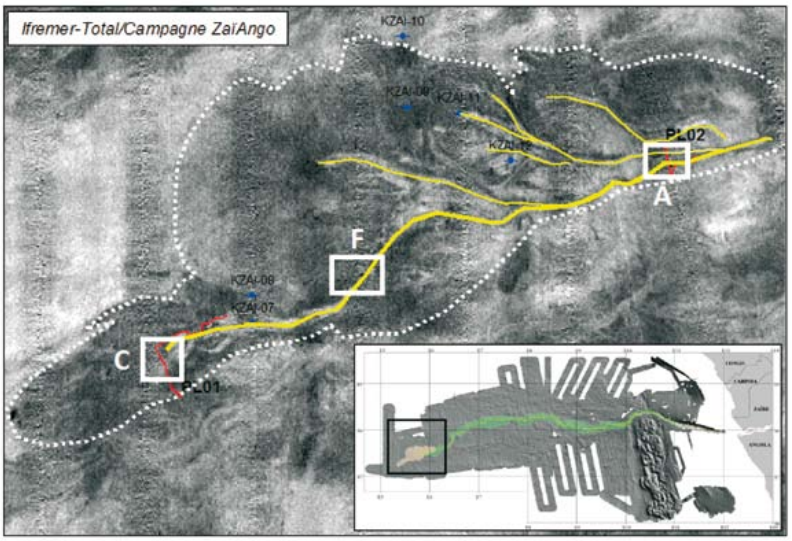



Figure. *Le complexe de lobe actuel du système turbiditique du Congo (délimité par les pointillés blancs sur une carte de réflectivité) et localisation des 3 sites A, F, C levés en bathymétrie haute-résolution à partir du ROV Victor 6000. En jaune : les chenaux alimentant le complexe de lobes actuels.*

# QUALITÉS RÉSERVOIRS DES GRÈS COMPACTS DU RHETIEN DU BASSIN DE PARIS . EXEMPLE SUR LE CHAMP DE GRANDVILLE

François-André DUBOIN[1,@], Gilles DROMART[2], Alain BUISSON[1], Caroline GUION[1]

(1) Lundin International, Maclaunay, 51210 Montmirail
(2) Tharsis Energy, 16 Chemin Chantegrillet, 69110 Sainte Foy Les Lyon
(@) francoisandre.duboin@lundin.fr

Le Rhétien du Bassin de Paris marque le passage entre les réservoirs silicoclastiques continentaux du Keuper (formations de Donnemarie et de Chaunoy) et les formations argilo-carbonatées des roches-mères du Lias inférieur (Hettangien-Sinémurien).

L'exploration de ce réservoir a débuté dans les années 1960, après la découverte d'hydrocarbures au puits de Grandville 101 situé dans l'Aube. Aujourd'hui, 7 champs pétroliers matures ou récents produisent à partir de cet étage, avec un cumul d'hydrocarbures annuel de 545 000 barils.

Ce réservoir est marqué par des qualités pétrophysiques limitées. Les porosités s'étalent entre 6 et 14% avec des perméabilités associées comprises entre 0.1 et 150 mD.

Une campagne de forages en 2011-2012 sur le champ de Grandville dans l'Aube, réalisée par Lundin International, a permis de collecter des données récentes (carottes et diagraphies). L'interprétation géophysique, recalée en profondeur avec les 22 puits du champ ainsi que les puits environnants, montre que la structure du champ de Grandville n'est pas fermée à l'Est.

L'examen des carottes depuis 2011 a permis de définir un nouveau catalogue de faciès, associés à des environnements de dépôts de contexte margino-littoral. La cartographie des faciès pour en déduire une paléogéographie a été réalisée en utilisant les outils classiques de la sédimentologie, mais aussi en ajoutant les analyses des productions des puits, des analyses pétrophysiques et des diagraphies.

Un schéma de distributions des grés des réservoirs B2 et D1 est proposé. Il existe des variations latérales de faciès importantes sur l'Est du champ pétrolier. Ces changements de faciès sont liés à une paléo-topographie, pendant le dépôt des sédiments détritiques, qui offrait un espace disponible moindre.

# MISE EN PLACE ET EVOLUTION DE LA *MEDITERRANEAN OUTFLOW WATER* : RESULTATS PRELIMINAIRES DE L'EXPEDITION IODP 339 DANS LE GOLFE DE CADIX

Emmanuelle DUCASSOU[1,@], Johanna LOFI[2], Trevor WILLIAMS[3], F. Javier HERNANDEZ-MOLINA[4], Dorrik STOW[5], Carlos ALVAREZ-ZARIKIAN[6] et les scientifiques de l'Expédition IODP 339[7]

(1) Université Bordeaux 1, UMR 5805 EPOC, Avenue des Facultés, 33405 Talence cedex, France
(2) Géosciences Montpellier, Montpellier, France
(3) Borehole Research Group, Lamont-Doherty Earth Observatory, New York, USA
(4) Department of Earth Sciences, Royal Holloway University of London, UK
(5) Institute of Petroleum Engineering, Heriot-Watt University, Edinburgh, UK
(6) Integrated Ocean Drilling Program, Texas A&M University, College Station, Texas, USA
(7) Scientifiques de l'Expédition IODP 339*:* Acton, G., Bahr, A., Balestra, B., Flood, R., Flores, J-A., Furota, S., Grunert, P., Hodell, D., Jimenez-Espejo, F., Kim, J. K., Krissek, L., Kuroda, J., Li, B., Llave, E., Lourens, L., Miller, M., Nanayama, F., Nishida, N., Richter, C., Roque, C., Sanchez Goñi, M., Sierro Sanchez, F., Singh, A., Sloss, C., Takashimizu, Y., Tzanova, A., Voelker, A., Xuan, C.
(@) e.ducassou@epoc.u-bordeaux1.fr

L'expédition IODP 339 (Novembre 2011-Janvier 2012) a permis de forer 5 sites dans le golfe de Cadix et 2 au large de marge ibérique occidentale soit 5,5 km de sédiment avec une récupération moyenne de 86,4%. Le golfe de Cadix est une zone clé pour étudier la Veine d'Eau Méditerranéenne (Mediterranean Outflow Water, MOW) à sa sortie du détroit de Gibraltar et son influence sur la circulation globale et le climat. Il s'agit également d'une zone clé pour comprendre les effets de l'activité tectonique sur l'évolution du détroit de Gibraltar et sur la sédimentation des marges.

Le Miocène a été atteint dans deux sites et un fort signal de la MOW a été observé dans l'enregistrement sédimentaire du golfe de Cadix suite à l'ouverture du détroit de Gibraltar. Les résultats préliminaires montrent des dépôts contouritiques depuis 4,2-4,5 Ma. Les séquences du Pliocène, récupérées dans quatre sites, montrent une faible activité des courants de fond liée à une MOW peu intense. Cependant, des discordances importantes et régionales, présentes dans tous les sites mais avec des hiatus de durée variable, sont interprétées comme un signal intensifié de la MOW couplé à un confinement de l'écoulement. Les séquences quaternaires montrent une phase de développement des drifts plus prononcée, avec deux périodes d'intensification de la MOW séparées par une discordance régionale. La phase finale de l'évolution des drifts a permis la mise en place de l'architecture des corps contouritiques observés actuellement.

Le contrôle climatique est responsable de l'évolution de la MOW et de l'activité des courants de fond. Cependant, depuis la fermeture des passages Atlantique-Méditerranée en Espagne et au Maroc il y a un peu plus de 6 Ma et l'ouverture du détroit de Gibraltar à 5,3 Ma, il y a eu un contrôle tectonique encore plus important sur le développement des marges, le transport gravitaire et l'évolution des drifts contouritiques.

Un travail préliminaire a montré un enregistrement remarquable des variations à l'échelle orbitale dans les propriétés physiques des sédiments des contourites dans plusieurs sites (drifts) et une bonne corrélation entre les sites. Le contrôle climatique sur la sédimentation contouritique est significatif à cette échelle; des études futures vont permettre de déterminer la nature des contrôles à l'échelle millénaire.

# SEDIMENTATION RECENTE SUR LA PENTE OCCIDENTALE DE *GREAT BAHAMA BANK*

Emmanuelle DUCASSOU[(1,@)], Ludivine CHABAUD[(1)], Mélanie PRINCIPAUD[(1)], Sabine SCHMIDT[(1)], Vincent HANQUIEZ[(1)], Thierry MULDER[(1)]

(1) Université Bordeaux 1, UMR 5805 EPOC, Avenue des Facultés, 33405 Talence cedex
(@) e.ducassou@epoc.u-bordeaux1.fr

Les plates-formes et les pentes des Bahamas se situent sur une marge passive, rendant l'influence de la tectonique moins importante que celles des changements du niveau marin relatif et de la production biogénique sur la sédimentation. De plus, l'archipel est isolé des apports silicoclastiques terrigènes. La marge protégée (leeward) de *Great Bahama Bank* (GBB) n'est donc soumise qu'aux apports sédimentaires depuis la plate-forme et aux flux liés à la production dans la colonne d'eau. La pente inférieure occidentale du GBB se caractérise par des corps sédimentaires localisés, situés entre 180 m et 600 m de profondeur.

Quatre carottes sédimentaires ainsi que des données bathymétriques et sismiques très haute résolution (3,5 kHz), collectées pendant la mission océanographique CARAMBAR (2010) au large du GBB, ont été analysées et ont permis de mieux documenter les caractéristiques de ces corps sédimentaires de pente. Les analyses sédimentologiques menées incluent une description détaillée des carottes, des mesures granulométriques et spectrophotocolorimétriques, de l'imagerie rX, des mesures XRF et de diffractométrie X. L'étude stratigraphique des carottes s'est basée sur les assemblages des foraminifères planctoniques, une vingtaine d'âges radiocarbones et des mesures de $^{210}$Pb en excès.

Les premiers résultats montrent que le corps sédimentaire situé au nord de Bimini et qui s'amincit vers le bas de pente se caractérise par des dépôts fins type mudstone d'âges holocènes, formés de boue aragonitique bioturbée. Les variations de sédimentation pourraient être reliées aux oscillations de faible amplitude du niveau marin à l'Holocène. Au sud de Bimini, le grand corps sédimentaire observé est entaillé de nombreuses ravines entre ~440 m et ~600 m de profondeur. Les trois carottes prélevées entre certaines de ces ravines montrent des taux de sédimentation bien moindres qu'au nord de Bimini et une alternance de dépôts type mudstone (boue aragonitique) et de type wackestone (partiellement lithifié) datant de la dernière période glaciaire. Cette alternance de faciès atteste que les écoulements provenant du banc et empruntant les ravines n'ont pas été continus dans le temps au cours des derniers 50 ka.

# COCCOLITHOPHORE AND FORAMINIFERA PALAEOPRODUCTIVITY CHANGES IN THE SE PACIFIC SINCE THE LGM

Stéphanie DUCHAMP-ALPHONSE[1, @], Giuseppe SIANI[1], Luc BEAUFORT[2], Elisabeth MICHEL[3], Gulay ISGUDER[3], Frank PÉROCHON[1]

(1) Laboratoire IDES, UMR CNRS 8148 – Université Paris Sud, Bât 504, 91405 Orsay Cedex
(2) CEREGE, CNRS-Université Aix-Marseille, Avenue Louis Philibert BP 80, 13545, Aix en Provence, France
(3) LSCE/IPSL, Laboratoire CNRS-CEA-UVSQ, Domaine du CNRS, bât. 12, 91198 Gif-sur-Yvette, France
(@) Stéphanie.duchamp@u-psud.fr

Model calculations have emphasized the central role of the Southern Ocean (SO) as a key component of the global climate system since the LGM. It is proposed that latitudinal shifts and intensity variations of the Southern Western Winds (SWW) would have significantly influenced the $CO_2$ exchanges in the Ocean-Atmosphere system, regulating i) the ocean's deep ventilation (water stratification vs upwellings) ; ii) the biological pump (primary production) ; and/or iii) sea ice extent. As the SWW are in part driven by the latitudinal thermal gradients, most palaeoceanographic inferences on their activity in the past, are based on sea surface temperatures. However, limited empirical evidences highlight ocean productivity changes.

The aims of this study are : i) to infer the changes in coccolithophore and foraminifera palaeoproductivity of the southeastern Pacific since the LGM, and ii) to define factors that exerted main controls on these palaeoproductivity changes. It will help assessing the implication of the austral ocean in the global atmospheric $CO_2$ variations.

This work focuses on the CALYPSO piston core MD07-3088, collected off the south Chilean margin (46°04.30'S ; 1536 m). This core benefits a robust chronology that has been assessed by a previous detailed tephrostratigraphy study supported by 23 AMS $^{14}C$ dating and a high-resolution $\delta^{18}O$ stratigraphy. The preliminary records that include coccolith and foraminifera absolute abundances, as well as $CaCO_3$ contents, document enhanced palaeoproductivity during the Last Glacial/Interglacial Transition (LGIT), and the ACR. Such distributions are probably tied to changes in the dynamic of the wind-driven upwellings as well as SST.

# LES PLATEFORMES LITTORALES DES COTES ROCHEUSES DE HAUTE-NORMANDIE/ PICARDIE ET DU PAYS BIGOUDEN : MARQUEURS DE L'EROSION LITTORALE PLEISTOCENE-HOLOCENE ?

Anne DUPERRET[1,2,@], Christine AUTHEMAYOU[2], Jean-Pierre COLBEAUX[*], Elsa DROMELET[3], Bernard HALLEGOUET[*], Bernard LE GALL[2], Céline RAIMBAULT[1], Vincent REGARD[4], Sara VANDYCKE[5], Brigitte VAN VLIET-LANOE[2]

(1) UMR CNRS 6294 LOMC, Université du Havre, 53 rue de Prony, 76600 Le Havre
(2) UMR CNRS 6538 LDO, IUEM, UBO, place Nicolas Copernic, 29280 Plouzané, France
(3) Université Libre de Bruxelles, Département Sciences de la Terre, Bruxelles, Belgique
(4) GET, UPS, UMR CNRS 5563, UMR IRD 234, avenue Edouard Belin, 31400 Toulouse
(5) FNRS, Faculté Polytechnique, Université de Mons, 20 place du parc, B7000 Mons, Belgique
(@) anne.duperret@univ-lehavre.fr

Les plateformes littorales (ou plateformes d'abrasion marine) des côtes rocheuses sont des lieux privilégiés de transit et de stockage sédimentaire, marquant la limite entre le domaine subtidal à faible influence de la houle et les accumulations sédimentaires typiques de l'estran et du haut de plage. La formation d'une plateforme littorale résulte d'une dynamique à long-terme (à l'échelle du Cénozoique), combinant des processus d'érosion d'origines diverses (continentale, atmosphérique et/ou océanographique), en relation avec les variations du niveau marin imposées par les cycles glaciaires/interglaciaires, sur un substratum rocheux plus ou moins altéré et tectonisé. Leurs caractéristiques morphologiques méritent d'être décryptées pour préciser le type d'érosion et mieux quantifier les mouvements tectoniques, et les taux de dénudation sur des échelles de temps variant du Pléistocène à l'Holocène.

Ces études nécessitent une cartographie alti-bathymétrique Haute-Résolution du continuum terre-mer, aujourd'hui devenue possible par combinaison de données laser LiDAR (aérien et bathymétrique) et de données sonar ou multifaisceaux adaptés aux petits fonds littoraux. Ce fut l'objet de la campagne CROCOLIT, menée en 2013 sur le N/O Haliotis, pour cartographier la partie peu profonde (<20 m) du domaine subtidal où se développent les plateformes littorales.

Deux sites d'étude de côtes rocheuses à plateforme littorale bien développée et à géologie très contrastée ont été choisis sur les côtes françaises à régime de marées, pour y mener une étude comparative.

Le premier site est situé en Manche orientale, entre Criel s/mer et Ault (Haute-Normandie/Picardie). La côte est « jeune » et taillée dans la craie du bassin de Paris (Crétacé supérieur) pour former une falaise littorale verticale et une large plateforme littorale à pente, moyenne, faible et monotone, dite de type A. Le marnage y est macrotidal (de 5 à 9m) et les tempêtes de secteur NW à SW.

Le second site est situé en Atlantique nord au large du Pays Bigouden en Bretagne (Finistère Sud). La côte est « ancienne » car développée aux dépens du socle granitique hercynien (massif de Pont-l'Abbé) et refaçonnée en plusieurs étapes pour aboutir à un dispositif de côtes basses comprenant des falaises granitiques érodées et une large plateforme polygénétique de type B, *i.e.* se terminant par une marche, à la fois parsemée d'écueils et très fracturée. Le marnage y est mésotidal (2 à 4m) et les tempêtes de secteur W à SW.

L'objectif est (1) de présenter les MNT fusionnés terre-mer haute précision pour chaque secteur, (2) de comparer leurs morphologies respectives, l'emprise tectonique et les stocks sédimentaires subtidaux en fonction des contextes côtiers, puis (3) de dater la formation des plateformes (méthode des nucléides cosmogéniques ($^{10}$Be)) pour mieux quantifier les dynamiques d'érosion à long-terme (taux et type d'érosion) dont elles sont issues.

# LA TRANSITION ÉOCÈNE-OLIGOCÈNE IDENTIFIÉE PAR MAGNÉTOSTRATIGRAPHIE DANS LE BASSIN CONTINENTAL DE RENNES

Guillaume DUPONT-NIVET[1,@], Fangjie LIN[1,2], Hugues BAUER[2], François GUILLOCHEAU[1], Julie GHIRARDI[2], Florence QUESNEL[2]

(1) Géosciences Rennes, UMR-CNRS Campus de Beaulieu, Bat. 15, 35042 Rennes Cedex
(2) Univ. Orléans, CNRS, BRGM, ISTO UMR 6113, F-45060, Orléans, France
(@) guillaume.dupont-nivet@univ-rennes1.fr

La période paléogène est riche en événements climatiques majeurs. Elle est caractérisée par un refroidissement global qui commence après 50 Ma et culmine à la transition éocène-oligocène (TEO) à 34 Ma. Cet évènement abrupt marque l'extension de la calotte glaciaire antarctique qui fait passer le système climatique global de l'état 'greenhouse' à l'état 'icehouse'. Cette transition majeure est attribuée par les modèles climatiques à une baisse du $CO_2$ atmosphérique sous un seuil critique, mais reste mal comprise et controversée, ce qui peut être attribué au peu d'enregistrements sédimentaires à haute-résolution. Ces enregistrements proviennent principalement de carottes marines enregistrant le $\delta^{18}O$ benthiques, mais sont très rares dans les milieux continentaux où les variations atmosphériques sont en principe plus directement enregistrées.

Nous présentons ici la datation magnétostratigraphique de sédiments lacustres (argiles plus ou moins organiques) provenant d'un carottage dans le bassin de Rennes (Chartres-de-Bretagne). Les analyses palynologiques montrent des flores bartoniennes à rupéliennes, suggérant que la TEO pourrait être enregistrée dans ces sédiments. Plus de 250 échantillons paléomagnétiques ont été prélevés sur les ~300 mètres d'épaisseur stratigraphique. Les aimantations rémanentes naturelles obtenues sont très faibles ($10^{-7}$ à $10^{-11}$ $Am^2$). Dans la partie inférieure de la carotte, ces valeurs sont souvent sous la limite de détection du magnétomètre cryogénique pour être interprétables. Dans la partie supérieure on distingue 2 composantes de l'aimantation par désaimantations thermiques, à basse température (0 à 200 °C) et à plus haute température (200 à 370 °C). Ces désaimantations avec d'autres expériences caractérisent la présence de sulfures et oxydes de fer. Pour la composante de basse température, on observe uniquement des polarités normales suggérant une composante secondaire acquise par ré-aimantation dans le champ actuel. Pour la composante haute-température on observe des polarités inverses et normales définissant des zones de polarités continues et suggérant une aimantation primaire.

En se basant sur les contraintes palynologiques, l'observation dans la partie supérieure de deux longues zones inverses séparées par une zone normale plus courte indique une corrélation évidente avec le motif caractéristique des chrons C12r-C13n-C13r. En comparant aux enregistrements haute résolution du milieu marin qui indiquent que la TEO s'est déroulée en 2 étapes entre 34,0 et 33,6 Ma, on peut positionner stratigraphiquement cet intervalle par interpolation linéaire des taux d'accumulation. Il apparait que l'intervalle correspond précisément à une transition lithologique majeure commençant dès 34,1 Ma et s'étendant jusqu'à 33,6 Ma. Cet âge relativement précoce est comparable à celui déterminé dans d'autres enregistrements continentaux. Ces données appuient les modèles de la TEO proposant une première étape de la baisse du $\delta^{18}O$ liée au refroidissement, alors que la deuxième étape serait principalement liée à la formation de la calotte glaciaire antarctique. Ces résultats devraient être confirmés et quantifiés par des analyses stratigraphiques et géochimiques en cours.

# ROLE DU CLIMAT LORS DES PREMIERS PEUPLEMENTS LAPITA EN OCEANIE LOINTAINE: LA REPONSE DES BENITIERS (TRIDACNIDAE, MOLLUSQUE)

Nicolas DUPREY[(1,@)], Claire E. LAZARETH[(2)], Guy CABIOCH[(2)], Jean-Christophe GALIPAUD[(3)]

(1) The Swire Institute of Marine Science, Faculty of Science. The University of Hong Kong, Cape d'Aguilar Road, Shek O, Hong Kong
(2) IPSL/LOCEAN, UPMC/CNRS/IRD/MNHN, Centre IRD France Nord, 32 avenue Henri Varagnat, 93143 Bondy CEDEX, France
(3) PALOC, IRD/Museum National d'Histoire Naturelle, 57 rue Cuvier, CP 26, 75231 Paris cedex 05
(@) nicolas_duprey@yahoo.fr

La migration Lapita à Holocène moyen, i.e., ca 3 ka BP, est une migration humaine très récente et remarquable par son ampleur et sa dimension maritime. En effet, en moins de 400 ans, des populations originaires de l'Asie insulaire établies dans l'archipel des Bismarck et en Papouasie Nouvelle Guinée ont colonisé l'Océanie lointaine (Nouvelle-Calédonie, Vanuatu, Fidji) jusqu'aux Iles Samoa et Tonga. Une des hypothèses pour expliquer la rapidité de cette migration serait que certaines conditions climatiques (ex. conditions Niño vs. Niña) aient pu la favoriser.

Pour évaluer cette hypothèse, nous avons étudié la variabilité climatique dans le SO Pacifique (ca. 3 ka BP) en utilisant comme archives paléoclimatiques les coquilles de bénitiers associées aux sites Lapita. Pour évaluer l'influence possible d'ENSO (El Niño Southern Oscillation) sur la migration Lapita, la composition isotopique de l'oxygène ($\delta^{18}O$) et du carbone ($\delta^{13}C$) de 8 *Tridacna* sp. et *Hippopus hippopus* de Nouvelle-Calédonie et du Vanuatu a été analysée. Ces enregistrements interannuels de $\delta^{18}O$ et de $\delta^{13}C$ ont été interprétés, respectivement, comme traceurs de la température/salinité de surface de la mer et de salinité de surface de la mer seulement. Des enregistrements similaires obtenus à partir de bénitiers modernes de Nouvelle-Calédonie ont servi de référence.

Un bénitier du Vanuatu, daté ca. 3,6-3,4 ka BP, a enregistré des conditions plus chaudes et plus fraîches qu'actuellement, suggérant des conditions de type Niña dans le Pacifique SO pour la période précédent directement la migration Lapita. Cinq bénitiers, datés entre 3,2 et 2,3 ka BP, c.-à-d. échantillons «Lapita», présentent des compositions isotopiques contrastées, indiquant que les conditions climatiques ont oscillé à l'échelle interannuelle entre plus chaud/plus frais et plus froid/plus salé. L'amplitude de ces variations, 50 % supérieure à la gamme observée aujourd'hui en Nouvelle-Calédonie, suggère qu'une forte variabilité d'ENSO régnait entre 2,3 et 3,2 ka BP. La migration Lapita vers le Pacifique SO s'est donc produite au cours d'une variabilité ENSO forte. Ainsi, d'une part, la dégradation potentielle de l'environnement (ex. sécheresses, épidémies, feux de forêt lors d'épisode El Niño) provoquée par la variabilité ENSO accrue a pu avoir agi comme facteur déclenchant de la migration Lapita. D'autre part, les variations fréquentes de régime de vent dominant associées à ENSO, avec notamment des alysés plus faibles lors des Niño, ont pu faciliter la découverte de nouvelles îles pendant la première phase de la migration. Enfin, les conditions de type ENSO ont pu permettre la création de connexions pérennes entre les colonies Lapita récemment formées; un facteur clé pour la poursuite de la colonisation plus à l'Est.

# ARCHIVES SÉDIMENTAIRES DE L'OCCUPATION DES SOLS AU CAPSIEN EN TUNISIE : APPROCHE GÉOARCHÉOLOGIQUE DES *RAMMADIYAT*

Wassel EDDARGACH[1,@], Julia WATTEZ[2]

(1) UMR 7041, (ArScAn) - Equipes - Archéologies environnementales, Equipe SOL, DMOS, Agroparistech
(2) INRAP-UMR 5140, Equipe SOL, DMOS, Agroparistech
(@) eddarwassel@yahoo.fr

Au cours du Capsien ainsi qu'au Néolithique, entre le VIIIème et le VIème millénaire avant notre ère, au Maghreb, l'occupation des sols se caractérise par des sites en forme de monticules, appelés *rammadiyat*, en raison de la couleur gris cendreux des sédiments. Ces sites présentent des stratifications souvent homogènes. Les sédiments sont riches en fragments de coquilles de mollusques (marines et terrestres), en charbons de bois ainsi qu'en mobilier archéologique (lithique, os, coquille d'œufs d'autruche, céramique, etc.). L'homogénéité apparente des sédiments a souvent conduit à les interpréter comme des dépotoirs.

Les *rammadiyat* sont reconnues, en Tunisie, aussi bien dans les régions littorales que dans les zones montagneuses, en contre-bas des versants, souvent à proximité des *wadi*. L'approche géoarchéologique appliquée, fondée sur la micromorphologie des sols, a été menée sur une séquence de la *rammadiya* littorale SHM-1 à Hergla. Elle a mis en évidence une dynamique sédimentaire fortement influencée par les activités humaines, matérialisée par une succession de sols d'occupation, alimentés par l'érosion de constructions en terre crue, et régulièrement repris par l'activité biologique (Eddargach et Wattez, 2013). Si la fouille planimétrique réalisée sur ce site a révélé des structures d'habitat (Mulazzani, 2010 et 2013), cette première étude géoarchéologique montre que ce type de monticule procède d'une dynamique similaire à celle des tells proche-orientaux.

Afin d'explorer la variabilité des processus de formation des *rammadiyat*, l'analyse micromorphologique a été étendue, d'une part à d'autres séquences de SHM-1 et, d'autre part, à un deuxième site présentant des séquences stratigraphiques comparables.

Ce poster a pour propos de présenter les premiers résultats de ces recherches, illustrés par deux études de cas : Kef Ezzahi (Kairouan, N. Aouadi et L. Belhouchet, INP) et la séquence du cœur du site SHM-1 (S. Mulazzani, UMR 7041 ArScAn – VEPMO et R. Boussoffara, INP). Il a pour objectif de discuter de l'intérêt des archives sédimentaires des *rammadiyat* pour appréhender les dynamiques d'occupation et pour mieux comprendre l'impact des communautés capsiennes et néolithiques sur les sols.

BIBLIOGRAPHIE

Eddargach W., Wattez J. 2013. Processus de formation de la *rammadiya* de SHM1 (Tunisie orientale) et dynamique d'occupation : premiers résultats de l'approche micromorphologique. In: Mulazzani S. (dir.) 2013. *Le capsien de Hergla (Tunisie). Culture, environnement et économie*. Reports in African Archaeology 4. Africa Magna Verlag, Frankfurt, pp. 124-134.

Mulazzani S. (dir.) 2013. *Le capsien de Hergla (Tunisie). Culture, environnement et économie*. Reports in African Archaeology 4. Africa Magna Verlag, Frankfurt.

Mulazzani S. 2010. L'habitat épipaléolithique de SHM-1 et les sites environnants au bord de la sebkha-lagune de Halk el Menjel (Hergla - Tunisie) entre le VII$^{e}$ et le VI$^{e}$ millénaire cal BC. Unpublidhed Ph.D. Thesis, Université Paris 1 - Panthéon-Sorbonne, Paris & Università di Bologna.

# LA MISE EN VALEUR DE LA GÉOLOGIE AVEC LA COLLECTION « BALADES GÉOLOGIQUES »

Grégoire EGOROFF [1,@], Patrick DE WEVER [1] et Annie CORNÉE [1]

(1) Muséum national d'histoire naturelle, Géologie, 43 rue Buffon, 75005 Paris
(@) geopatrimoine@mnhn.fr

La collection «Balades géologiques en ville» veut, sous forme de petits fascicules, montrer de façon distrayante que nos villes ne sont pas construites avec n'importe quels types de pierres et que l'observation des matériaux utilisés permet de reconstituer la géologie locale, tout particulièrement pour les bâtiments et monuments anciens. On peut ainsi porter un regard à la fois géologique, historique, architectural ou culturel qui permet de mieux comprendre une ville. Les «Balades géologiques en ville» co-éditées avec Biotope, comptent à ce jour quinze fascicules (Étampes, La Rochelle, Milly-la-Forêt, Bordeaux, Fréjus, Chambéry, Dourdan, Lille, Fougères, Brest, Niort, Lyon Fourvière, Lyon-Vieux Lyon, Paris 11e et Paris 5e) ; plus d'une dizaine est en cours de rédaction ou de publication.

*Un des derniers fascicules sortis dans la collection : Paris 5e et détail de la Grande Galerie de l'Evolution, Paris 5e : escalier en calcaire de Château-Landon et façade en calcaire Lutétien.*

Dans le but de développer d'autres outils de communication autour de ce projet, une mise en ligne de ces informations a été effectuée depuis 2011. Le pilote a été conduit sur la ville de Dourdan avec le développement de médias pour une application smartphone, mais également pour l'interface GoogleEarth. La mise en ligne d'Etampes a aussi été réalisée, et celle de Milly-la-Forêt est en cours.

Après avoir présenté la collection, nous nous focaliserons sur ces différentes mises en valeur, qui sont aujourd'hui autant d'outils qui permettent de toucher le « public », au sens le plus large possible, sur nos thématiques. Notre objectif est de rendre les sciences géologiques aussi accessibles et attrayantes que possible pour tous ; la géologie n'est pas réservée à quelques « initiés ».

Billet G., Bonnefoy B., Houssaye A., De Wever P. & Merle D. 2008 - Promenade géologique à Etampes. Coll. balades géologiques, SGF-MNHN-BRGM, 30 pages.
**Egoroff G.**, De Wever P., Merle D. et Métivier B. 2011 - Promenade géologique à Dourdan. Biotope, Mèze - MNHN, Paris - BRGM, Orléans (Collection Balades géologiques), 38 pages.
Obert D., Steinberg M., Dartigues J.-C. 2012 - Promenade géologique à Paris 5e. Biotope, Mèze - MNHN, Paris (Collection Balades géologiques), 42 pages.

# LA CONSERVAVTION D'ARGILES EXPANSIBLES DANS LES FORMATIONS FRANCEVILIENNES AU GABON (2.1GA): UNE LECON DE DIAGENESE

Abderrazak EL ALBANI[1,@], Lauriss NGOMBI PEMBA[1], Alain MEUNIER[1] & François GAUTHIER-LAFAYE[2]

(1) Laboratoire IC2MP UMR 7285 (HydrASA). 40 Avenue du Recteur Pineau 86022 Poitiers
(2) CNRS, UMR 7517 LhyGeS, EOST, 1 rue Blessig, 67084 Strasbourg
(@) abder.albani@univ-poitiers.fr

L'illitisation progressive des phases argileuses est reconnue classiquement comme dépendante de la profondeur d'enfouissement et du gradient géothermique local dans les bassins sédimentaires. Depuis les travaux pionniers décrivant la succession des smectites-interstratifiés illite-smectite désordonnés (I/S R0)-interstratifiés illite-smectite ordonnés (I/S R1)-illite dans le Gulf Coast, de nombreuses études ont retrouvé la même séquence dans des bassins d'âges et de gradients géothermiques différents. Cette séquence existe aussi dans le bassin de Franceville, mais elle présente 2 particularités :

1) une présence inhabituelle d'I/S R1 et R0 pour des roches de 2,1 Ga. Les formations du même âge connues dans le monde ne contiennent que de l'illite.

2) une transition des I/S (R0) aux I/S (R1) et l'illite sur une épaisseur de 300 m seulement (du FB1b au sommet du FA)

Une caractérisation précise des phases illitiques et I/S est suivie d'une tentative d'identification des facteurs susceptibles de contrôler, à différents degrés, cette évolution minéralogique atypique compte tenu de l'âge des formations.

Les diffractogrammes de préparations orientées (<0.2µm) saturées au calcium et à l'éthylène glycol ont été calculés par modélisation numérique sur le programme ASN. Ce programme a servi de base théorique au logiciel Sybilla (Chevron ©). La fraction argileuse du FA est essentiellement dominée par les I/S (avec moins de 5% de feuillets de smectite), illites et chlorites ferrifères (dans la partie supérieure du FA). Cela pose la question fondamentale : ces minéraux sont-ils les héritiers du cortège argileux d'origine sédimentaire ou sont-ils, au contraire, le résultat du processus de transformation de smectite en illite ?

Le calcul théorique ayant permis de reproduire les diffractogrammes expérimentaux (le *fit* des anglo-saxons), montrent que deux composantes minérales contribuent à la réflexion du pic situé vers 10 Å : 1) une phase illitique pure dont les proportions varient de 30 à 45 % avec des valeurs de taille du domaine cohérent (N) respectives de 30 à 40 en allant du sommet vers la base du FA; 2) une phase I/S (ordonné) dont les proportions varient de 70 à 55 % avec des valeurs de taille du domaine cohérent respectives variant de 10 à 20 en allant du sommet vers la base du FB je suppose ?. Les proportions d'illite dans les I/S varient très peu (95 et 96 %) du sommet vers la base du FA. Dans le FB, les phases smectitiques sont présentes en proportion variable dans les I/S (R0-R1). Les niveaux à forte influence sulfurique (riche en pyrite et en MO) montrent une quasi-absence des feuillets de smectite. Les analyses pétrographique et géochimique ont permis également de mettre en lumière le rôle de la disponibilité du potassium dans la conservation des feuillets de smectite. Ces derniers sont préservés dans les niveaux dépourvus de potassium.

Lors de cette époque charnière de l'histoire de la Terre l'oxygène a atteint un maximum pour la première fois. Un tel changement a nécessairement modifié les processus d'altération supergène et engendré, de ce fait, la diversification des espèces minérales (telles que les smectites) formées sur la surface des continents.

# CONNECTIVITY ESTIMATION BETWEEN TURBIDITIC CHANNELS AND OVERBANK DEPOSITS FROM THE MODELLING OF AN OUTCROP ANALOGUE (PAB FORMATION, MAASTRICHTIAN, PAKISTAN)

Rémi ESCHARD[(1)], Rémy DESCHAMPS[(2,@)], Brigitte DOLIGEZ[(2)],
Olivier LERAT[(2)], Valérie LANGLAIS[(3)], Tristan EUZEN[(4)]

(1) TOTAL, 2 place Jean Millier, La Défense 6, 92400 Courbevoie, France
(2) IFP Energies nouvelles, 1and4 avenue Bois Préau, 92852, Rueil-Malmaison Cedex, France
(3) AREVA, AREVA-NC, Exploration Dpt., Geosciences Technologies, Tour Areva, 92084 Paris-La Défense (France)
(4) IFP Technologies (Canada) Inc.; 810, 744 - 4th Avenue S.W.; Calgary, Alberta, T2P 3T4
@ remy.deschamps@ifpen.fr

The facies associations of the overflow deposits associated with turbidite channels were studied in the outcrops of the Maastrichtian Pab Sandstone, in SW Pakistan. In this area, a basin floor fan was preserved from the platform to the deep basin setting. In the mid-fan setting, a channel complex crops out in 3D, and consists of a dozen of channels and their overflow deposits, including levees, crevasse lobes and spill over lobes. The overbank deposits can directly be in contact with the channel-fill, but in many cases, matrix supported debris-flow deposits made lenses close to the channel base. Heterolithic drapes of thin-bedded turbidite deposits were also preserved along the channel margins.

A 3D static model describing the heterogeneity distribution within the turbiditic channel complex was compiled using both stochastic and deterministic approaches in a site where two channels were laterally connected by overbank deposits. Petro-acoustic properties derived from a subsurface database were then assigned to the facies to perform seismic simulations. The synthetic seismic simulations showed that the channel base can easily be misinterpreted compared to the geological model.

Dynamic modelling such as well test and streamline simulations were also performed from the model to assess the transition between the channel and the overbank deposits from a dynamic point of view.

As a result of the streamline simulations, the overbank deposits connecting the channel homogenized the pressure regime in the reservoir. However, the sweeping efficiency of water injection can be affected by the heterogeneity distribution along the channel margins. A significant volume of oil could also be by-passed because of the occurrence of early water breakthrough through the spill-over lobes, or because the flow slowed down when it reached the heterogeneity along the channel margin.

# LE SYSTÈME DE BASSIN D'AVANT-PAYS DU NORD DES ANDES CENTRALES: ENREGISTREMENT SÉDIMENTAIRE ET THERMOCHRONOLOGIE BASSE-TEMPÉRATURE

Adrien EUDE[1,@], Martin RODDAZ[1], Stéphanie BRICHAU[1], Patrice BABY[1,2], Stéphane BRUSSET[1], Ysabel CALDERON[2]

(1) Géoscience Environnement Toulouse (GET), Université Paul Sabatier, OMP/ IRD/ CNRS, 14 Av. E. Belin, F-31400 Toulouse, France
(2) PERUPETRO S.A., Av. Luis Aldana 320, San Borja, Lima 41, Pérou
(@) adrien.eude@get.obs-mip.fr

Le bassin du Huallaga marque le front de chevauchement des Andes nord péruviennes. Ce bassin transporté permet grâce à son remplissage cénozoïque, de plus de 10 km d'épaisseur par endroit, d'enregistrer la propagation de la déformation. Pour contraindre l'exhumation et la déformation du système de bassin d'avant-pays nord-péruvien, nous présentons une approche multidisciplinaire combinant restauration structurale, thermochronologie basse-température (BT) et analyse géométrique de l'enregistrement sédimentaire. La coupe basée sur des données de subsurface et de terrain, montre que la déformation est guidée par deux niveaux de décollements. Les âges thermochronologiques BT obtenus, couplés à des données de maturité de roches mères (Ro, figure 1), indiquent une exhumation à partir du Miocène inférieur (AFTA, figure 1) suivi d'un épisode plus tardif vers 8Ma (âges AHe, figure 1). Ces exhumations successives sont respectivement contrôlées par la propagation de chevauchements branchés sur un décollement évaporitique puis par la réactivation de rampes de chevauchement paléozoïques héritées. Ces résultats sont confortés par l'analyse de la géométrie du remplissage sédimentaire syntectonique cénozoïque.

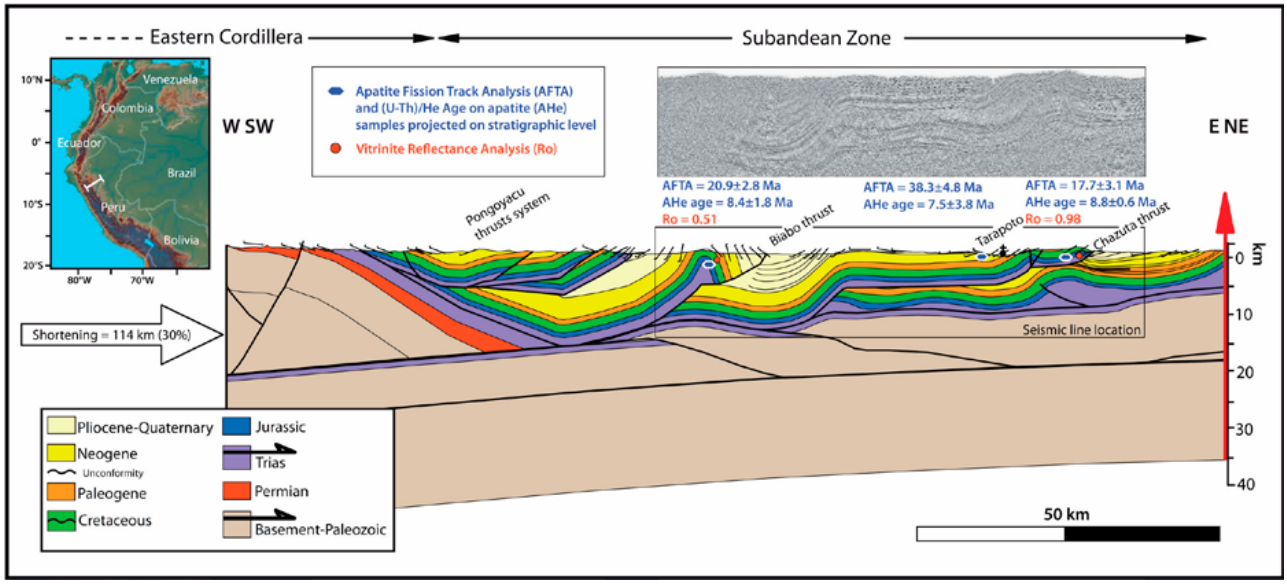



Figure 1. *Coupe équilibrée du bassin Huallaga nord péruvien (ligne blanche sur la carte de localisation en haut à gauche) construite à partir du profil sismique (91MPH23). Les âges thermochronologiques BT sont projetés sur la coupe dans les niveaux stratigraphiques correspondants (max. 20km du transect) reportés en hexagones bleus ; les données de maturation correspondent aux ronds rouges. Le raccourcissement horizontal minimum est de 114km et correspond à 30% du raccourcissement du système Cordillère Orientale – Zone Subandine.*

# APPLICATION DE LA MICROTOMOGRAPHIE PAR RAYONS X À L'ANALYSE DES DÉPÔTS DE TSUNAMIS

Simon FALVARD[1,2,@], Raphaël PARIS[1,2], Stéphanie CUVEN[3]

(1) Clermont Université, Université Blaise Pascal, BP 10448, F-63000 Clermont-Ferrand, France
(2) CNRS, UMR 6524, Magmas et Volcans, F-63038 Clermont-Ferrand, France
(3) PalGeoSed, 33000 Bordeaux, France
(@) s.falvard@opgc.univ-bpclermont.fr

Dans un contexte de prévention des risques et d'analyse rétrospective de l'aléa tsunami, les dépôts sédimentaires mis en place à l'intérieur des terres par les anciens tsunamis représentent potentiellement un outil pour les caractériser en termes de vitesse, hauteur, direction d'écoulement, nombre de vagues etc.. Leur identification se heurte à des problèmes de confusion avec les dépôts d'évènements météo-marins (cyclones, tempêtes, seiches, tsunamis météorologiques ou *rissagas*), les terrasses marines perchées ou soulevées, ou encore certains dépôts d'écoulements de sédiments détritiques (turbidites). Leur interprétation est quant à elle limitée par une grande variabilité latérale et longitudinale, car les caractéristiques de l'écoulement ne déterminent pas à elles seules les caractéristiques du dépôt (influence de la topographie et du contexte morpho-sédimentaire local).

Afin d'analyser ces dépôts de la manière la plus exhaustive possible, plusieurs techniques d'échantillonnage et d'analyse (granulométrique, chimique, paléontologique, minéralogique...) ont été testées, permettant ainsi de définir des critères d'identification d'un dépôt de tsunami (Goff et al., 2012). Cependant, cette «boîte à outils» présente des limites, liées en particulier aux problèmes de préservation des dépôts dans le temps, de biais méthodologiques lors de l'échantillonnage et au manque de données micromorphologiques (Cuven et al., 2013). L'observation en lame mince de dépôts indurés révèle que les dépôts «fins» (fractions sableuses et limoneuses) de tsunamis présentent à l'échelle infra-centimétrique une organisation structurale et texturale insoupçonnable à l'œil nu et ouvrant de nouvelles perspectives en matière d'interprétation.

L'objectif de ce travail est d'appliquer les méthodes de microtomographie par rayons X aux dépôts de tsunami, afin de reconstituer la dynamique de l'écoulement d'un ancien tsunami. La microtomographie par rayons X est une technique analytique déjà largement plébiscitée dans divers domaines (médecine, mécanique, géologie...) pour son caractère non destructif, sa polyvalence en termes de matériaux analysables et de résolution (pluri à infra micrométrique suivant les cas).

Les résultats préliminaires d'analyses menées sur des échantillons issus de sites présentant des contextes différents (tsunami de 1755 en Andalousie, tsunami de 1996 au Kamchatka, tsunami de 2001 aux Marquises) sont encourageants. La principale implication est une meilleure interprétation des dépôts de tsunami et de ses caractéristiques hydrodynamiques: nombre de vagues, direction de l'écoulement, « navette » entre le flux montant vers les terres (uprush) et le flux descendant vers la mer (backwash), interprétation des figures sédimentaires, tri granulométrique des sédiments, type de transport, vitesse et hauteur d'écoulement. Il est intéressant notamment de confronter les données de microtomographie avec les données d'ASM (anisotropie de la susceptibilité magnétique) et d'analyseur 3d (granulométrie, morphométrie, population de clastes).

Bibliographie

Cuven, S., Paris, R., Falvard, S., Miot-Noirault, E., Benbakkar, M., Schneider, J-L., Billy, I., 2013. High-resolution analysis of a tsunami deposit: Case-study from the 1755 Lisbon tsunami in southwestern Spain. Marine Geology 337, 98-111

Goff, J., Chagué-Goff, C., Nichol, S., Jaffe, B., Dominey-Howes, D., 2012. Progress in palaeotsunami research. Sedimentary Geology 243-244, 70-88

# GEOMETRIES ET FACIES COMPARES DE SYSTEMES TURBIDITIQUES CARBONATES COURTS (JURASSIQUE ET CRETACE DU BASSIN SUBALPIN FRANCAIS)

Serge FERRY[1, @], Danièle GROSHENY[2]

(1) 6D Avenue Général de Gaulle, F05100 Briançon.
(2) Université de Strasbourg, EOST, UMR 7359 Georessources, 1 rue Blessig, F67084 Strasbourg
(@) serge.ferry@yahoo.fr

Cinq exemples ont été étudiés dans le cadre du *GDR Marges* puis d'*Action Marges* dans les lobes et tabliers carbonatés du Tithonien au Coniacien. Ils montrent la grande variabilité des géométries de dépôt réalisées dans ces appareils de taille modeste, difficilement comparables à celles des grands épandages silico-clastiques profonds actuels.

Le lobe tithonien de la Drôme (70 km de long, 25 km de large, 200 m d'épaisseur maximale) met en évidence une accumulation en relief sur le fond, à base globalement peu érosive, composée de nappes bréchiques qui se ravinent assez fortement dans la partie amont puis sont largement recouvrantes, latéralement continues, dans la partie médiane. Elles s'étalent davantage vers l'aval pour constituer des sous-lobes qui se déposent en régime de compensation morphologique, là où le système gagne en largeur tout en perdant du relief. La géométrie interne des sous-lobes est drapante (pas d'obliques visibles).

Le lobe tithonien de l'Aygues ( 15 km de long, 15 km de large pour une épaisseur maximale de 110 m) est principalement constitué de pseudo-calcarénites provenant de la désorganisation quasi-complète de brèches, probablement à la suite d'un transport plus long que dans le cas précédent. Les couches sont des turbidites classiques, latéralement continues, parfois à base bréchique, intercalées de brèches épaisses, plutôt non granoclassées. Le système est différent du premier, drapant sur toute sa surface, à couches latéralement continues (calcarénites et brèches).

Le lobe tithonien de Céüse (5 km de long, 5 km de large pour une épaisseur maximale de 100 m) prend probablement son origine dans le décapage d'un talus profond. Il est presque totalement bréchique et montre des géométries en accrétion latérale, particulièrement spectaculaires dans sa partie proximale, et qui n'existaient pas dans les cas précédents. Le lobe bréchique, en relief et à base érosive, est formé d'unités élémentaires en accrétion frontale et latérale (pseudo-mégarides) qui s'empilent en régime de compensation morphologique.

La transition chenal-lobe est bien visible dans le système calcarénitique barrémien de La Lance. Le remplissage du chenal s'effectue en aggradation remontante vers l'amont, au fur et à mesure que le lobe aval s'épaissit. Le lobe (3 km de large pour une épaisseur maximale de 40 m) débute par des turbidites minces classiques largement étalées, suivies par des couches plus épaisses, plus grossières à base ravinante qui constituent dans leur ensemble une accumulation en relief. Les ravinements basaux et donc l'emboitement des couches individuelles augmente vers le sommet. La sédimentation se poursuit par le dépôt de couches bréchiques et calcarénitiques (coulées à turbidite de toit) qui se déposent en régime d'accrétion latérale sur le relief du lobe.

Le système coniacien des Gâs (6 km de long, 3 km de large pour une épaisseur maximale de 150 m) est un tablier mixte, déposé en régime transgressif, à turbidites gréseuses suivies de conglomérats puis de calcarénites. Il montre presque systématiquement, à la fois dans les couches élémentaires brèchiques et calcarénitiques, des accrétions frontales et latérales comparables à celles observées dans le lobe de Céüse.

Ces exemples suggèrent l'importance du ressaut hydraulique en bas de pentes courtes, qui provoque, dans les courants les plus chargés, une décélération brutale et des accumulations à géométrie progradante souvent asymétrique (accrétion à la fois frontale et latérale).

# ARCHITECTURE ET FACIES DU REMPLISSAGE DES VALLEES ET LACS SOUS-GLACIAIRES ORDOVICIENS D'IHERIR-DJANET (SAHARA ALGERIEN)

Serge FERRY[1,@], Eric PORTIER[2], Guy DÉSAUBLIAUX[2], Jean-François BUONCRISTIANI[3]

(1) 6D avenue Général de Gaulle, F-05100 Briançon
(2) GDF-Suez Exploration-Production, Place Samuel de Champlain, 92930 Paris La Défense
(3) Université de Bourgogne, Biogeosciences, UMR 6282, 6 Bd Gabriel, 21000 Dijon
(@) serge.ferry@yahoo.fr

L'étude du remplissage amont-aval de plusieurs vallées glaciaires hirnantiennes met en évidence l'existence de 5 cycles de dépôt. Les caractéristiques des faciès ainsi que leur évolution amont-aval montrent que l'ensemble du remplissage reste sous-glaciaire en permanence, contrairement à ce qui a été publié jusqu'ici.

En domaine aval (nord d'Iherir), les cycles de dépôt correspondent à des cycles d'écoulements confinés/déconfinés et pourraient représenter des cycles glaciaire-interglaciaire tout en restant en régime sous-glaciaire (décollement plus ou moins accentué de la glace par rapport au substratum). En domaine amont (Djanet, Ijabarene), l'écoulement reste totalement confiné et il n'est plus possible de distinguer les cycles de l'aval. La totalité des dépôts y sont représentés par des remplissages emboités de chenaux sous-glaciaires à fond plat et de largeur très variable, parfois pluri-kilométrique, remplis de dépôts dont le caractère «turbiditique» systématique est dû au mécanisme de débourrage sous-glaciaire. Cette polarité sud-nord est due à l'existence d'une rupture de pente régionale (flexure ?) un peu au sud d'Iherir.

En domaine aval, les dépôts des trois premiers cycles constituent le remplissage progradant de la tête des grandes vallées. Chaque cycle est limité par une surface de surcreusement qui taille dans les dépôts du cycle précédent. Les dépôts du premier cycle tapissent le fond des vallées. Leur partie inférieure comporte des bioturbations marines abondantes dans le domaine le plus aval. Elles sont le signe d'une communication avec les eaux marines et persistent tant que les débourrages sous-glaciaires n'arrivent pas à dessaler l'eau de mer. Les dépôts des deux derniers cycles, eux, sont largement débordants. Ils occupent une surface considérable. Leurs faciès sont latéralement continus mais fondamentalement différents du cycle 4 au cycle 5. Les turbidites à galets mous et flute-casts du sommet du cycle 4 tapissent vraisemblablement le fond d'un vaste lac sous-glaciaire né du décollement plus accentué de la glace, au nord de la flexure. La présence de bioturbations marines dans certaines turbidites indique une nouvelle communication du lac avec la mer.

Le cycle 5 mérite une attention particulière. C'est celui des «cordons» terminaux. Un «re-grounding» de la calotte glaciaire sur les turbidites lacustres sous-glaciaires du cycle 4 est marqué par une surface striée, particulièrement nette aux abords de Djanet, moins vers l'aval (nord d'Iherir). Les mégarides sinusoïdales décrites dans les dépôts de ce cycle sont latéralement continues à l'échelle régionale. Elles représentent des écoulement continus de courants chargés qui surmontent des dépôts de débourrages (turbidites massives à galets mous). Des formes géantes d'eskers à progradation aval et/ou amont sont rencontrées dans ces dépôts. Le recoupement incessant des «cordons» indique le retour à un confinement des écoulements sur toute la surface du domaine étudié, donc probablement un dernier maximum glaciaire avant la déglaciation finale brutale.

Le passage aux argiles siluriennes est assez brutal. Les dépôts sous-glaciaires des «cordons» sont rapidement découverts et surmontés directement de grès à HCS ou à mégarides très peu profonds témoignant du rebond isostatique. L'absence de dépôts périglaciaires de déglaciation est une caractéristique du secteur d'Iherir-Djanet.

# LA PLATE-FORME DE MAYAGUANA (BAHAMAS) ENTRE L'OLIGOCÈNE SUPÉRIEUR ET L'ACTUEL : UN ÉQUILIBRE DÉLICAT ENTRE TECTONIQUE ET SÉDIMENTATION

Gyöngyvér FISCHER[1,@], Pascal KINDLER[1], Fabienne GODEFROID[1], Erika BALDESSIN[1]

(1) Section des Sciences de la Terre et de l'environnement, Université de Genève, CH-1205 Genève
(@) Gyongyver.Fischer@unige.ch

L'étude de quatre carottes provenant des côtes nord et sud de Mayaguana (Bahamas), conjointe à la révision de la littérature portant sur la géologie de la surface de l'île, a révélé une distribution asymétrique des unités stratigraphiques impliquant une morphologie initiale en rampe inclinée vers le nord et un basculement de cette rampe vers le sud au cours du Pléistocène.

Mayaguana est un banc carbonaté de forme rectangulaire (57x13 km) situé à l'extrémité sud-est de l'archipel des Bahamas. Il se trouve à proximité de la limite convergente entre les plaques Nord-Américaine et Caraïbe. L'île couvre la quasi-totalité de la plate-forme et présente une topographie relativement basse (maximum +30 m). Une campagne de forage effectuée en 2011 a permis d'extraire plusieurs carottes au sud-ouest et sur la côte nord-ouest de l'île permettant ainsi d'établir un transect sud-nord.

L'étude pétrographique, micropaléontologique et géochimique ($^{87}Sr/^{86}Sr$) a permis de définir quatre unités lithostratigraphiques (de haut en bas):

- des calcaires récifaux à péri-récifaux peu lithifiés d'âge Pléistocène, caractérisés par des coraux du genre *Acropora*, *Montastrea* et *Diploria*;
- des calcaires récifaux dolomitisés très lithifiés datant du Pliocène moyen et comportant des coraux du genre *Stylophora* et de nombreuses algues rouges encroûtantes;
- des dolomies microsucrosiques laminées, datées du Messinien par les isotopes du Sr;
- des calcaires bioclastiques (grainstone à rudstone), localement dolomitisés, riches en foraminifères benthiques hyalins (Miogypsinidae) et porcelanés (e.g., *Praerhapydionina delicata*) dont l'âge s'étend vraisemblablement du Chattien au Burdigalien.

Sur la côte nord, les quatre unités affleurent, formant une succession condensée épaisse d'environ 12 m. La base de l'unité quaternaire se situe par endroit à 3 m au-dessus du niveau marin actuel. Au sud, les calcaires récifaux dolomitisés pliocènes et les dolomies messiniennes sont absentes et l'unité quaternaire repose en discordance sur le Miocène inférieur à une profondeur variant de 6 à 14 m sous le niveau marin actuel.

Cette distribution asymétrique des unités stratigraphiques suggère que le banc de Mayaguana se présentait comme une rampe inclinée vers le nord, en tout cas dès le Miocène moyen. Une accommodation positive au nord a permis, dans ce secteur, le dépôt des dolomies messiniennes et des calcaires récifaux dolomitisés du Pliocène, tandis qu'au sud, une accomodation négative empêchait toute sédimentation et, au contraire, favorisait la karstification des calcaires bioclastiques de l'Oligocène-Miocène inférieur. Au Pleistocène moyen, un basculement tectonique lié au mouvement des plaques Nord-Américaine et Caraïbe, a fait pencher le banc de Mayaguana vers le sud, exposant ainsi les roches mio-pliocènes du nord et permettant le dépôt d'une épaisse succession d'âge Quaternaire dans la partie méridionale de la plate-forme.

Le banc de Mayaguana représente un exemple unique du comportement d'une plate-forme carbonatée à proximité d'une marge active.

# EXPRESSIONS BIOSÉDIMENTAIRE, DIAGÉNÉTIQUE, GÉOCHIMIQUE ET TECTONIQUE DE L'ÉVÉNEMENT ANOXIQUE CÉNOMANO-TURONIEN (OAE 2) PAR LES PLATE-FORMES CARBONATÉES SUD-PROVENCALES

Marc FLOQUET[1,@], Philippe LÉONIDE[1], Loïc VILLIER[2],
Anna-Perla ACKOUALA[1] & Aurélien BLENET[3]

(1) CEREGE, UMR 7330 CNRS - Aix-Marseille Université, Centre Saint-Charles, 3 place Victor Hugo, 13331 Marseille, Cedex 03, France
(2) CR2P, UMR 7207 - Université Pierre et Marie Curie Paris 6, 4 place Jussieu 75005 Paris
(3) GEOTOP-UQAM, Université du Québec, Montréal, CP8888, Québec, Canada H3C 3P8
(@) floquet@cerege.fr

Les systèmes carbonatés de plate-forme sont ponctués de discontinuités sédimentaires qui, selon leur nature, peuvent exprimer le rôle à la fois de paramètres paléo-environnementaux locaux (salinité, température, apport de nutriments, turbidité, action des vagues, nature du substrat...) et de paramètres régionaux et/ou globaux (eustatisme, subsidence tectonique) sur le développement de ces systèmes. Parmi ces discontinuités, les surfaces de *drowning* sont des surfaces stratigraphiques clés de l'histoire des plates-formes carbonatées. Elles sont représentées principalement par le dépôt de faciès marins profonds au-dessus de carbonates peu profonds. Les phases de *drowning* des plates-formes carbonatées peuvent être synchrones ou précéder dans le temps des périodes de perturbations paléo-océanographiques globales, et notamment des événements anoxiques océaniques globaux (OAE).

La période Cénomanien final - Turonien basal est bien connue du fait qu'elle corresponde à une crise biologique, à un épisode anoxique de valeur globale (OAE 2), à des ennoiements des plates-formes (*drowning*)… Les causes de ces événements sont à la fois d'ordre global (climatique) et régional ou local (tectonique). Elles ont été reconstituées surtout à partir de l'analyse de séries sédimentaires de bassin et moins à partir de celles de plates-formes carbonatées où l'enregistrement stratigraphique est souvent lacunaire. A titre d'exception, les développements de trois plates-formes carbonatées à rudistes successives de la fin du Cénomanien et du début du Turonien en Basse Provence livrent clairement diverses expressions de ces événements.

La première plate-forme carbonatée à rudistes, d'âge Cénomanien supérieur (de la zone à Cushmani), dite de la Bastide d'Orves, montre une grande diversité biologique, notamment des rudistes (*Sauvagesia*, *Caprina*, *Ichthyosarcolites*, *Apricardia*…). Elle est organisée en séquences élémentaires de dépôt aboutissant à l'émersion (dissolutions, excursions négatives du $\delta^{13}C$…). Les mesures des isotopes du carbone sur roche totale donnent des valeurs fortement positives (autour de 5 ‰), correspondant à la dérive positive précédant l'OAE 2.

Cette plate-forme est couronnée par une discontinuité, dérivée d'émersion, d'érosion puis de *drowning*, conduisant, au Cénomanien final - Turonien basal (zone à Archaeocretacea) au développement d'environnements soit de bassin ou de plate-forme externe soit d'une seconde plate-forme carbonatée à rudistes. Le *drowning* apparaît clairement lié à un basculement tectonique associé à de la fracturation précoce. Sont infiltrés, dans les fractures ou dans les vides de dissolution des calcaires de la Bastide d'Orves, des faciès finement quartzo-glauconieux à *Heterohelix*… La seconde plate-forme, dite de Fontblanche *s. s*., se montre spatialement restreinte, à faible biodiversité (rudistes essentiellement représentés par *Durania arnaudi*, et par les premiers Hippuritidae [«*Vaccinites fontalbensis*» Philip, 1978] qui apparaissent à la partie supérieure de la formation). Elle se termine aussi par une surface de *drowning* d'âge Turonien inférieur.

Les mesures des isotopes du carbone sur roche totale de la troisième plate-forme à rudistes d'âge Turonien inférieur élevé («Barre de Roquefort») succédant à ce *drowning* correspondent à un retour à des valeurs de $\delta^{13}C$ normales après les perturbations liées à l'OAE 2.

# CONNECTIVITÉ DES VERSANTS ET COLMATAGE SÉDIMENTAIRE DES MASSES D'EAU EN CONTEXTE AGRICOLE : QUELS ENJEUX, QUELLES APPROCHES ?

Anthony FOUCHER[1,@], Marc DESMET[1], Thierry COURP[2] Emmanuel CHAPRON[3], Olivier EVRARD[4], Irène LEFEVRE[4], Elie DHIVERT[1], Olivier CERDAN[5], Rosalie VANDROMME[5], Sébastien SALVADOR-BLANES[1]

(1) E.A. 6293 GéoHydrosystème COntinentaux, Université de Tours, Parc de Grandmont, 37200 Tours
(2) Centre de Formation et de Recherche sur les Environnements Méditerranéen, Université de Perpignan, UMR 5110 CNRS – UPVD 52, avenue Paul Alduy, 66860 Perpignan
(3) Institut des Sciences de la Terre d'Orléans, INSU-CNRS, Université d'Orléans, 1a rue de la Férolerie, 45071 Orléans
(4) Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE/IPSL), UMR 8212 (CEA-CNRS-UVSQ), Avenue de la Terrasse, 91198, Gif-sur-Yvette
(5) Département Risques et Prévention, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, 3 avenue Claude Guillemin, 45060 Orléans
(@) anthony.foucher@univ-tours.fr

Les transferts de matières en suspension sont susceptibles de mettre en péril le bon état des masses d'eau. Ces particules fines sont en effet des vecteurs très efficaces de polluants dans les hydrosystèmes, mais sont également à l'origine de la dégradation de la qualité du milieu aquatique par l'augmentation de la turbidité de l'eau et par le colmatage et l'envasement des masses d'eau.

L'objectif est ici de comprendre les mécanismes et les modalités de transfert de ces matières en suspension au sein des têtes de bassins. Nous avons engagé notre étude dans le secteur de la Loire Moyenne, sur le bassin versant agricole du Louroux (24 km²), localisé à 30 km au sud de Tours. Depuis la fin de la seconde guerre mondiale, ce bassin est soumis à des pressions anthropiques importantes. Les zones humides qui composaient auparavant l'essentiel du paysage ont disparu, les haies ont été arrachées et un vaste réseau de cours d'eau (39 km) et de drainage a été mis en place pour évacuer l'eau des sols hydromorphes et permettre ainsi le développement d'une agriculture céréalière intensive. Près de 90% de la surface agricole utile est drainée et on dénombre plus de 220 collecteurs de drain répartis sur le bassin. Ce site d'étude, labellisé par le réseau des Zones Ateliers est un observatoire à long terme du suivi particulaire sur un bassin versant, en contexte agricole.

L'étang du Louroux (60 ha), la plus vaste masse d'eau d'Indre et Loire, se trouve à l'exutoire de ce bassin, et constitue un réceptacle permettant d'effectuer un bilan des transferts de matière.

Un panel d'outils dédié à la limnogéologie a été mis en œuvre pour caractériser la sédimentation de cet étang : carottages, prélèvements de surface, sismique réflexion, LIDAR, datations et caractérisation des enregistrements sédimentaires.

Les premiers résultats fournissent une typologie du remplissage de l'étang et soulignent le lien entre la sédimentation et le mode de gestion de l'étang (assec) et les apports en provenance des versants. Une estimation du volume de sédiments accumulés dans l'étang a été calculée au cours de la dernière décennie en couplant les données géophysiques (identification de réflecteurs), les données LIDAR et les carottages. Les changements de pratiques agricoles conduisent à une augmentation progressive des taux d'accumulation depuis 1945. L'étude des flux de matières en suspension est menée au moyen d'une instrumentation sur les tributaires de l'étang, permettant à terme de tracer et quantifier l'importance respective des processus à l'origine du transfert particulaire et du colmatage au niveau de l'étang.

# AGE ET MODALITES DE L'EFFONDREMENT À L'ORIGINE DU LAC DE LAUVITEL, (VALLÉE DE L'OISANS, 1530 M). APPORTS D'UNE APPROCHE COUPLEE : DATATIONS COSMOGENIQUES, SISMIQUE REFLEXION ET CAROTTAGES LACUSTRES

Laurent FOUINAT[1,@], Pierre SABATIER [1], Fabien ARNAUD[1], Eric CHAUMILLON[2], Philippe SCHOENEICH[3], Julien CARCAILLET[4], Romain DELUNEL[4,5], Bernard FANGET[1], Emmanuel MALET[1]

(1) EDYTEM, Université de Savoie, CNRS, 73376 Le Bourget du Lac, France
(2) LIENS, Université du Littoral, CNRS, 17000 La Rochelle, France
(3) PACTE, IGA, 14 bis av. Marie-Reynoard 38100 Grenoble, France
(4) ISTerre, Université Joseph Fourrier, CNRS, 1381 rue de la piscine, Saint Martin d'Hères, France
(5) Université de Berne, Institute of Geological Sciences, Baltzerstrasse 1+3, 3012, Bern, Suisse
(@) laurent.fouinat@univ-savoie.fr

Le bassin versant du Vénéon, situé dans le Parc National des Ecrins, a été le lieu de nombreux écroulements depuis la dernière glaciation. Cette étude s'intéresse en particulier à celui qui a formé lac de Lauvitel (1530 m a.s.l.), 2ème plus grand lac naturel des Alpes françaises par sa superficie (35 ha). L'arrête Est du Rochail, formée de granites, à été le théâtre de l'effondrement d'un pan de versant de 600 m de haut et de 300 à 600 m de large. Cet événement est essentiel dans la genèse du Lauvitel. Les blocs ont recouvert la moraine du Tardiglaciaire, et lui sont ainsi postérieurs (*Bourgeat, 1990*). Une étude basée sur des dates cosmogéniques a permis de situer cet événement entre 6.1±1.1 et 3.9±1.0 $^{10}$Be-ka (*Delunel et al., 2010*). Notre objectif a été de vérifier le rôle de l'écroulement dans la mise place du plan d'eau. En corolaire, la date de mise en place des dépôts lacustres devrait nous permettre de préciser l'âge de l'écroulement du vallon du Lauvitel et de mieux comprendre son impact sur la morphologie du bassin lacustre.

Une carotte sédimentaire de 17m a été prélevée afin de dater l'interface entre les dépôts, supposés fluviatiles, pré-existant à l'écroulement et les dépôts lacustres piégés à la suite du barrage de la vallée par le dépôt d'écroulement. Cette interface, marquée dans la carotte par un dépôt graveleux pluri-décimétrique, a pu être par ailleurs partiellement cartographiée par sismique réflexion. Un modèle d'âge a été établi sur la base de dates Carbone 14.. Les premiers résultats de cette étude convergent vers une mise en eau du lac vers 3500 cal. BP, dans la fourchette récente de l'incertitude des dates $^{10}$Be. L'étude détaillée de la séquence dilatée sus-jacente permettra de reconstituer les conditions climatiques et les modalités d'occupation des sols au cours de l'Holocène récent.

Bibliographie éventuelle :

Bourgeat Serge. Eboulements et écroulements dans le bassin-versant du Vénéon (Massif des Ecrins, Isère). In: Revue de géographie alpine. 1990, Tome 78 N°1-3. pp. 11-24.

Delunel, R., Hantz, D., Braucher, R., Bourlès, D. L., Schoeneich, P., & Deparis, J. (2010). Surface exposure dating and geophysical prospecting of the Holocene Lauvitel rock slide (French Alps). *Landslides*, *7*(4), 393-400.

# POST-OBDUCTION VERTICAL MOVEMENTS RECORDED BY REEFAL CARBONATE SYSTEMS (OLIGO-MIOCENE, NEW-CALEDONIA)

François FOURNIER[(1)], Selim SEBIH[(1)], Philippe LÉONIDE[(1,@)], Pierre MAURIZOT[(2)], Lucien MONTAGGIONI[(1)], Bertrand MARTIN-GARIN[(1)], Brice SEVIN[(2)], Pierrick ROUILLARD[(2)], Julien COLLOT[(2)]

(1) CEREGE, UMR 7330 CNRS - Aix-Marseille Université, Centre Saint-Charles, 3 place Victor Hugo, 13331 Marseille, Cedex 03, France
(2) DIMENC - Service géologique de Nouvelle-Calédonie (SGNC) 1 ter, rue E. Unger, Vallée du Tir - BP 56 - 98 845 Nouméa Cedex, Nouvelle-Calédonie
(@ leonide@cerege.fr

Little is known about the New-Caledonian post-obduction geological history. In order to study the timing of the successive development stages during the Neogene, a drilling hole was carried out through Pindaï Peninsula. The relevant core (107.8m long) has sampled the basal section of the Neogene sedimentary system, named Nepoui Formation. The geological history of the Nepoui area has been reconstructed from core lithology, petrography, biostratigraphy, paleontology, geochemistry, associated to data obtained from nearby exposed outcrops. Six stratigraphical units have been identified from this sedimentary system.

Unit U1 forms the basal part of the system (Aquitanian to Chattian) and is composed of foraminiferal, red algal and coral-rich limestones. The carbon and oxygen isotopic ratio are strongly negative, thus reflecting a possible widespread meteoric overprint.

Unit U2, Aquitanian in age, is composed of Operculina-rich sands, reflecting an increasing water-depth, a decreasing in the diversity of the carbonate producers, and an enrichment in terrigenous particles (drowning event).

Unit U3, Aquitanian in age reflects the re-settlement of a new reefal carbonate system. The deposition of continental conglomerates (Unit U4) has occurred during a relative sea level fall.

Units U5 and U6, Burdigalian in age, are composed of mixed chlorozoan carbonates and siliciclastics deposited in estuarian to lagoonal environments.

The reconstruction of relative sea-level curves from paleobathymetric estimations allowed the vertical movements (subsidence rates, uplifts) to be quantified. This study evidenced a major phase of uplift (+80-90m) that occurred during the Aquitanian on the South-Western margin of New Caledonia.

# ORIGINE ET STRATIGRAPHIE DES COULEES DE DEBRIS PLIO-PLEISTOCENES DE LA MARGE DE L'ALGARVE (EXPEDITION IODP 339, SITE U1386)

Léa FOURNIER[1,@], Emmanuelle DUCASSOU[1], Francisco Javier SIERRO[2], Jose Abel FLORES[2], Cristina ROQUE[3], Carlos ALVAREZ-ZARIKIAN[4], Johanna LOFI[5], Francisco Javier HERNANDEZ-MOLINA[6], Dorrik STOW[7] et les scientifiques de l'Expédition IODP 339[8].

(1) Université Bordeaux 1, UMR 5805 EPOC, Avenue des Facultés, 33405 Talence cedex, France
(2) Grupo de Geociencias Oceanicas, Universidad de Salamanca, Espagne
(3) IPMA, Divisão de Geologia Marinha e Georrecursos, Lisbonne, Portugal
(4) Integrated Ocean Drilling Program, Texas A&M University, College Station, Texas, USA
(5) Géosciences Montpellier, Montpellier, France
(6) Department of Earth Sciences, Royal Holloway University of London, UK
(7) Institute of Petroleum Engineering, Heriot-Watt University, Edinburgh, UK
(8) Scientifiques de l'Expédition IODP 339*:* Acton, G., Bahr, A., Balestra, B., Flood, R., Furota, S., Grunert, P., Hodell, D., Jimenez-Espejo, F., Kim, J. K., Krissek, L., Kuroda, J., Li, B., Llave, E., Lourens, L., Miller, M., Nanayama, F., Nishida, N., Richter, C., Sanchez Goñi, M., Singh, A., Sloss, C., Takashimizu, Y., Tzanova, A., Voelker, A., Williams, T., Xuan, C.
(@) lea.fournier@etu.u-bordeaux1.fr

Les dépôts contouritiques du drift de Faro sur la marge nord du golfe de Cadix ont été forés lors de l'Expédition IODP 339 (novembre 2011-janvier 2012) notamment dans le site U1386.La base de ces dépôts contouritiques se caractérise par deux périodes dominées par des dépôts gravitaires d'âge et de composition différentes. Parmi ces dépôts gravitaires, plusieurs dépôts issus de coulées de débris relativement épaisses (de 12 à 5 m) sont observés et ont été étudiés en détail.

L'écoulement des débrites étant non turbulent, outre des méthodes d'étude sédimentologique, des analyses micropaléontologiques détaillées ont pu être menées. Ainsi, les foraminifères planctoniques ont permis d'établir une biostratigraphie détaillée de ces dépôts et les foraminifères benthiques ont été utilisés dans la reconstruction des paléoprofondeurs d'origine des sédiments incorporés dans les débrites.

Ces débrites sont datées du Pliocène inférieur et du Pléistocène inférieur et se sont déposées en domaine mésobathyal. Elles sont caractérisées par une matrice sableuse, bioclastique pour celle du Pliocène inférieur et terrigène pour celle du Pléistocène inférieur, et des clastes silto-argileux. L'étude des foraminifères benthiques a également montré que ces débrites ont parcouru moins de 100 km en érodant le fond marin depuis la zone de rupture jusqu'à la zone de dépôt. Les matrices de chacune de ces débrites proviennent du plateau continental, tandis que les clastes ont été arrachés entre le plateau et le domaine mésobathyal.

L'abondance des faunes néritiques au Pliocène inférieur et des apports terrigènes fluviatiles au Pléistocène inférieur sur les marges ibériques sont des facteurs qui ont favorisés les écoulements gravitaires depuis le plateau continental vers la pente. L'activité tectonique et diapirique, particulièrement importante au cours de ces deux périodes sur la marge de l'Algarve, ont pu être les paramètres déclenchants des déstabilisations à l'origine des débrites.

# CARACTÉRISATION DES CYCLES OXYDO-RÉDUCTEURS DU FER EN SEINE

Christine FRANKE[1,@], Catherine KISSEL[2], Isabelle COJAN[1], Dariouche KAYVANTASH[1]

(1) Mines ParisTech, Centre des Géosciences, 35 rue St Honoré, 77305 Fontainebleau
(2) LSCE/IPSL, CEA/CNRS/UVSQ, Av. de la Terrasse, Bat 12, 91198 Gif-sur-Yvette
(@) christine.franke@mines-paristech.fr

Des études physico-chimiques ont été effectuées sur les matières en suspension (MES) de la Seine, et plus particulièrement sur les phases sulfurées et oxydées porteuses de polluants métalliques. Les résultats montrent qu'il existe différents types de micropolluants métalliques liés aux particules de la colonne d'eau. Le fer est à la base de nombreuses phases porteuses de métaux et à ce titre son devenir et ses transformations dans le milieu méritent d'être étudiées pour mieux comprendre et quantifier les mécanismes de mobilisation, altération et re-fixation des polluants métalliques. Connaître en détail les (oxyhydr)oxydes et sulfures de fer présents, leur minéralogie, taille et morphologies spécifiques, voire leur composition en impuretés est un atout majeur pour comprendre le devenir des métaux dans un système fluviatile.

Par ailleurs, le fer est également un excellent indicateur des processus diagénétiques. Par exemple, on peut s'attendre à ce qu'une certaine fraction des nanoparticules de magnétite, porteuses d'un signal magnétique intense et très distinctif, soit fabriquée en Seine par les bactéries magnéto-tactiques qui vivent dans les environnements à la limite de l'oxique à l'interface sédiment/eau. Au contraire, une série de sulfures de fer est formée par des dynamiques post-dépôts pour des durées ou intensités de diagénèse plus grandes. En connaissant le cycle de formation de ces phases dans des milieux de degrés d'anoxie différents et en connaissant la dynamique de leur dissolution dans la colonne d'eau, on peut développer des indicateurs très pertinents sur l'intensité des échanges entre les particules en suspension et le fond sédimentaire.

Un échantillonnage mensuel des MES a été mis en place entre l'été 2011 et l'hiver 2012 Une vingtaine des sites d'échantillonnage ont été choisis le long du cours de la Seine entre Saron (proche confluence Aube/Seine) et Amfreville (~ Rouen) et sur les principaux affluents. Les sites ont été sélectionnés en fonction des résultats d'études antérieures et en fonction de la disponibilité d'autres informations complémentaires (débit, teneur en oxygène de l'eau, accessibilité du site, échantillonnage en commun, etc.).

Les premières analyses d'hystèresis magnétiques montrent qu'il y a une tendance générale dans la concentration de la faction métallique qui monte 'en palier' de l'amont vers l'aval en fonction de la contribution des différents affluents mais surtout en se rapprochant de l'agglomération parisienne. En regardant les différentes saisons échantillonnées, on remarque des 'groupements' entre les mois de sept-oct-nov 2011, à concentration élevée, et fev-mars-mai 2012 de concentration plus faible, les autres mois montrent des niveaux de concentration 'intermédiaires'. Le paramètre de taille de grain magnétique est un bon indicateur pour l'apport anthropique car les particules magnétiques de cette origine sont d'une manière générale de plus grand taille que les particules d'origine détritique ou biogénique. Les résultats préliminaires montrent que ce paramètre ne semble pas être influencé par les différentes saisons; par contre il augmente clairement en se rapprochant de Paris ce qui se corrèle bien avec l'augmentation d'une potentielle pollution métallique. Il diminue ensuite de nouveau vers Amfreville

Les premières analyses au MEB étaient d'abord ciblées sur deux échantillons prélevés en août 2011 et mettent en comparaison le site de Bougival à l'aval de Paris et le site de Marnay très à l'amont de la Seine. Ces résultats confirment bien la présence des particules métalliques d'origine anthropique pour le site de Bougival ainsi qu'un signal de « fond détritique » pour le site rural de Marnay.

# CARACTÉRISATION DE LA PALÉOSURFACE TRIASIQUE EUROPÉENE PAR ANALYSE PÉTROLOGIQUE ET DATATION PALÉOMAGNÉTIQUE – COMPARAISON DE LA CATALOGNE AVEC LES SUDETES POLONAISES

Christine FRANKE[1,@], Kouakou YAO[1], Carles FABRÉGA[2], David PARCERISA[2] et Médard THIRY[1]

(1) Mines ParisTech, Centre des Géosciences, 35 rue St Honoré, 77305 Fontainebleau
(2) Universitat Politècnica de Catalunya, Av. Bases de Manresa 61-73, 08242 Manresa, Espagne
(@) christine.franke@mines-paristech.fr

Les roches cristallines des socles des massifs paléozoïques européens montrent souvent des datations paléomagnétiques plus jeunes que l'âge de leur formation et qui correspondent à des ré-aimantations au cours du Permo-Trias. Ces âges rajeunis sont dus à une altération des minéraux magnétiques primaires et sont portés par des oxydes de fer secondaires (hématite et maghémite). Les oxydes de fer ont été formés en conditions oxiques et impliquent une formation liée à des altérations supergènes lors de l'émersion de ces socles au Permo-Trias. La fréquence de ces ré-aimantations permo-triasiques suggère un épisode majeur d'altération en conditions oxiques à cette époque, donc proche de la paléosurface permo-triasique.

Par ailleurs, une relation étroite existe entre ces ré-aimantations et le développement des albitisations au sein des granites des massifs paléozoïques d'Europe. La pétrographie et la distribution spatiale des ces albitisations confirment leur caractère supergène et leur liaison avec la paléosurface triasique. Néanmoins, ces paléoaltération très spécifiques ne correspondent pas à des profils classiques d'altération. Leur développement sur des profondeurs importantes (fréquemment > 150 m) et leur liaison avec les zones fracturées indiquent que ce sont des altérations liées à des circulations de nappes phréatiques.

Ces paléoaltération albitiques ont été observées dans le socle et dans sédiments permo-carbonifères du SW Massif Central, mais aussi dans le Nord du Massif Central, le Morvan, les Vosges, ainsi que dans le socle granitique de Bohème (Pologne), en Catalogne (Espagne) et dans la région du Fjord d'Oslo (Norvège).

Nous présentons ici les résultats des analyses paléomagnétiques et pétrographiques centrés sur le cristallin de Bohème et de la Catalogne. La large répartition de ces altérations autour des bassins continentaux triasiques en fait un repère exceptionnel pour retracer la paléosurface triasique. La reconnaissance de la paléosurfaces triasique dans les massifs cristallins paléozoïques permet de préciser l'évolution géodynamique post-paléozoïque de ces massifs, notamment pour :

(1) construire les relations entre les massifs paléozoïques et les bassins sédimentaires adjacents,
(2) déterminer les taux d'érosion des socles cristallins par rapport à la préservation du paléo-profil de l'altération,
(3) reconnaître une éventuelle tectonique de blocs post-altération.

# CARACTÉRISATION MULTI-CRITÈRES ET ORIGINE DES CALCAIRES DITS « LORRAINS » UTILISÉS DANS LA RÉGION MOSANE AU MOYEN ÂGE

Gilles FRONTEAU[1,@], Frederic BOULVAIN[2], Sylvain DECHAMPS[2], Stéphanie EYSSAUTIER[1], Laure-Anne FINOULST[3], Marie-Xavier LECUIT[2, 4], Mathieu PIAVAUX[4], Johan YANS[4].

(1) Groupe d'Etude sur les Géomatériaux et Environnements Naturels, Anthropiques et Archéologiques (GEGENAA), EA3795, Université de Reims Champagne-Ardenne. 2 Esplanade Roland Garros 51100 Reims
(2) Pétrologie sédimentaire, B20, Université de Liège, Sart Tilman B-4000 Liège
(3) Centre de Recherches en Archéologie et Patrimoine (CReA-Patrimoine), Université libre de Bruxelles – Campus du Solbosch, CP175/01, avenue F.D. Roosevelt 50, B-1050 Bruxelles.
(4) Traces matérielles, Création et Patrimoine (AcanthuM), Université de Namur, rue de Bruxelles 61, B-5000 Namur
(@) gilles.fronteau@univ-reims.fr

Ce projet de recherche pluri-disciplinaire, financé par le Fonds National de la Recherche Scientifique belge (FNRS) associe des archéologues, géologues et historiens. Il vise à déterminer l'origine et les modalités de diffusion et d'utilisation des calcaires dits « lorrains » dans l'art gothique de la Meuse moyenne. L'enjeu est d'affiner la connaissance des faciès géologiques privilégiés en fonction des périodes, des sites, mais également des usages, fonctions et traditions techniques réservés à ce matériau dans l'architecture et la sculpture. La méthodologie retenue suppose l'identification des sites d'extraction potentiels, l'analyse archéologique des sites d'utilisation, ainsi que l'étude des réseaux de diffusion.

Les sites d'extraction potentiels des départements des Ardennes et de la Meuse ont été déterminés par un travail de dépouillement d'archives et de cartographies anciennes, essentiellement du 18 et 19ème siècles. Un travail sur les archives plus anciennes, dont les fonds médiévaux est en cours. D'anciennes études mettant en avant des provenances de Meuse (Dun-sur-Meuse) et des Ardennes (Donchery) dans un texte ancien relatif à l'approvisionnement en pierre de la cathédrale Saint-Lambert de Liège, les pierres de taille disponibles dans ces secteurs ont été inventoriées et caractérisées.

Les premières analyses de matériaux en œuvre à Liège ont montré que les faciès les plus représentés correspondent vraisemblablement aux calcaires bajociens des environs de Donchery et notamment au groupe de pierres dites de Dom-le-Mesnil (ou Pierre de Dom). Des caractérisations plus complètes, notamment à l'aide de méthodes non destructives : colorimétrie, susceptibilité magnétique, gamma-ray, pXRF ou micro-destructives : micro-prélèvements pour géochimie des éléments traces et des terres rares associées à des caractérisations pétrographiques et sédimento-diagénétiques ont été menées en divers points de ce district carrier et dans les aires de productions environnantes.

En parallèle, des campagnes d'inventaires et d'études de monuments belges ou de sculptures dans ces calcaires dits « lorrains » sont en cours de finalisation. A partir de ces inventaires, des séries d'objets et de sites seront analysées afin de vérifier si seul le district de Dom / Donchery a approvisionné la Meuse moyenne belge en calcaire roux, où si d'autres aires d'approvisionnements sont attestées.

# EVOLUTION DES DEBITS SOLIDES DANS LA RIVIERE SEE (BAIE DU MONT-SAINT-MICHEL) LORS DU PASSAGE D'UN MASCARET

Lucille FURGEROT[1,@], Dominique MOUAZÉ[1], Bernadette TESSIER[1], Laurent PEREZ[1], Sylvain HAQUIN[1]

(1) Université de Caen Basse-Normandie, UMR CNRS 6143 M2C, 24 rue des Tilleuls, 14 000 Caen, France. (@) lucille.furgerot@unicaen.fr

Le mascaret se produit dans les estuaires à fort marnage et induit un renversement brutal de l'écoulement. Afin de quantifier l'impact de ce phénomène sur le transport sédimentaire, des mesures de vitesses et de concentration en matières en suspension (MES) ont été réalisées in situ (à 15 km en amont de l'embouchure de la rivière Sée à l'Est de la baie du Mont-Saint-Michel ; Fig.b). Un couplage de 2 techniques de mesure de concentration en MES a été utilisé : i) Une mesure optique (canne ASM, Argus Surface Meter) mesurant l'intensité rétrodiffusée tous les cm sur une hauteur de 1m44 ; et ii) une mesure directe (pompage avec prélèvements instantanés) en 4 points (près du fond, à 20, 40 et 60 cm au-dessus du fond). Des analyses ont été réalisées pour étudier l'évolution des caractéristiques granulométriques des particules. Un ADV (mesures haute fréquence en 1 point) et 2 ADCP (profils verticaux basse fréquence) ont été placés afin d'obtenir des données de vitesses dans la colonne d'eau.

Simultanément au passage du front, les vitesses longitudinales (Vx) s'inversent en passant de +0.3 à -1.5 $m.s^{-1}$ (Fig.a) accompagné d'une accélération de 2.8 $m.s^{-2}$. Ces résultats sont couplés à une augmentation de la vitesse verticale (Vz) vers le haut (jusqu'à 0.5 $m.s^{-1}$) et une accélération de 1.6 $m.s^{-2}$. De plus, les profils verticaux de vitesse montrent un cisaillement important (jusqu'à 3.3 $N.m^{-2}$) au niveau du lit sédimentaire (Fig.1a). Ces vitesses d'écoulement sont corrélées avec une importante érosion du fond et la mesure d'un pic de concentration en MES au passage du front (jusqu'à 47 g/L ; Fig.d).

Ces résultats permettent de définir un modèle d'évolution des concentrations de MES et des profils de vitesse (Vx) au cours du passage d'un mascaret. Lors du passage du front et des éteules, les variations de pression induisent une déstructuration de la cohésion de la tangue. Les inversions de vitesses et fortes accélérations provoquent alors la remise en suspension des sédiments déstructurés. Les vitesses importantes mesurées durant le flot (de 1 à 2 m/s) maintiennent les sédiments en suspension dans la colonne d'eau. La déstructuration est à l'origine de déformations préservées dans les enregistrements sédimentaires (Fig.c).

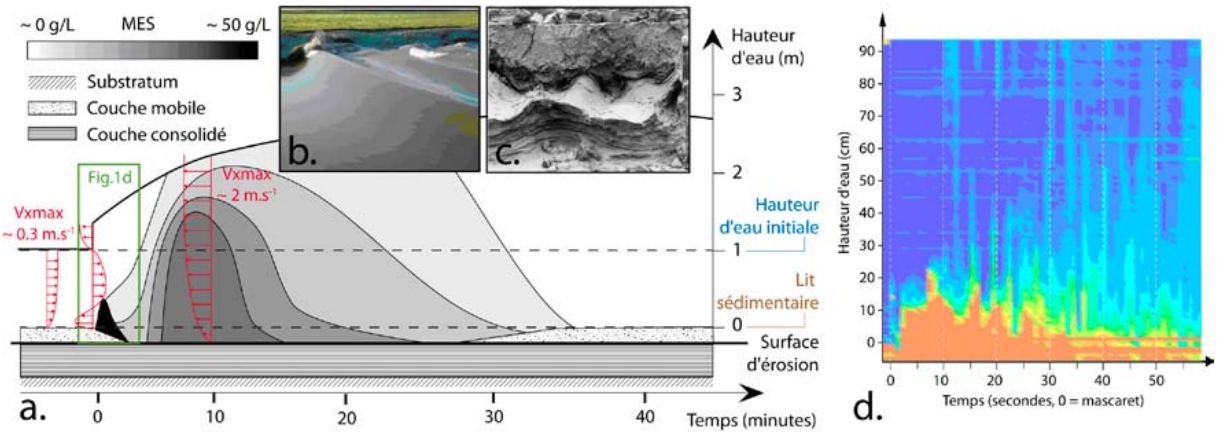



Figure. *a. Modèle d'évolution des MES durant le passage du mascaret avec des profils de vitesses schématiques ; b. Photographie d'un mascaret ondulé sur le site de mesure ; c. Convolute bedding ; d. Concentration de MES (ASM) au passage du mascaret*

# IDENTIFICATION D'UN CALCAIRE ANTIQUE INÉDIT : LES MAÇONNERIES DES « ARETES DE POISSON » A LYON / LUGDUNUM

Stéphane GAILLOT[1,@], Bruno ROUSSELLE[2], Cyrille DUCOURTHIAL[3], Emmanuel BERNOT[4]

(1) Service archéologique de la ville de Lyon, 10 rue Neyret - 69001 Lyon
(2) Espace Pierre Folle, 69-St-Jean-des-Vignes
(3) Service archéologique de la ville de Lyon, 10 rue Neyret - 69001 Lyon
(4) Service archéologique de la ville de Lyon, 10 rue Neyret - 69001 Lyon
(@) stephane.gaillot@mairie-lyon.fr

Le réseau souterrain lyonnais des « arêtes de poisson » est un dédale de galeries voutées et de puits carrés, entièrement maçonnés, qui se déploie entre le Rhône et le sommet du plateau de La Croix-Rousse sur plus d'1,4 km de long. Sa construction, qui remonte au changement d'ère, a dû occasionner un chantier gigantesque. Quoique assez énigmatique, sa fonction paraît plus liée au stockage qu'au drainage. La pierre utilisée très majoritairement, un calcaire brun-jaunâtre à grosses entroques et rares lits silicifiés, n'est pas connue à Lyon. Vainement recherchée dans les massifs calcaires directement environnants (Mont d'Or, sud Beaujolais, Isle-Crémieu), elle provient très probablement du secteur de La Salle, près de Mâcon, à environ 80 km au nord de Lyon. La proximité de ce gisement et de la Saône permet d'envisager un transport par voie fluviale, d'autant que plusieurs indices archéologiques attestent de la fréquentation du lieu à cette époque.

# RHETIEN COURT OU RHETIEN LONG ?
# ANALYSE CYCLOSTRATIGRAPHIQUE DES FORMATIONS MARINES DES ALPES AUTRICHIENNES

Bruno GALBRUN[1,@], Slah BOULILA[1], Leopold KRYSTYN[2], Annachiara BARTOLINI[3], Silvia GARDIN[3], Sylvain RICHOZ[4]

(1) UMR CNRS/UPMC 7193 ISTeP « Institut des Sciences de la Terre-Paris », Paris, France.
(2) Vienna University, Department for Palaeontology, Vienna, Austria.
(3) UMR CNRS/UPMC/MNHN 7207 - CR2P « Centre de Recherche sur la Paléobiodiversité et les Paléoenvironnements », Paris, France.
(4) Austrian Academy of Sciences, c/o Institut of Earth Sciences, Graz University, Graz, Austria.
(@) bruno.galbrun@upmc.fr

Les formations rhétiennnes des Alpes Calcaires autrichiennes ont pour la première fois fait l'objet d'une analyse cyclostratigraphique à très haute résolution.

Les objectifs de cette étude étaient (1) de mettre en évidence un contrôle astroclimatique sur le dépôt de ces formations, (2) de retrouver dans l'enregistrement sédimentaire toutes les cyclicités orbitales de la bande de Milankovitch, en particulier la modulation de l'excentricité d'une période de 405 ka, (3) de pratiquer un *« orbital tuning »* à l'aide de ces cycles de 405 ka, stables au cours des temps géologiques, pour estimer la durée des formations analysées, et ainsi contribuer à la résolution de l'échelle des temps géologiques du Trias supérieur, encore incertaine.

Quatre coupes, couvrant la totalité du Rhétien, ont été analysées. La section de Steinbergkogel est la coupe candidate GSSP de la limite Norien-Rhétien. Elle se présente sous forme de bancs calcaires massifs et est épaisse d'une vingtaine de mètres. La section de Zlambach est constituée d'une épaisse série d'alternances marno-calcaires épaisse de 55 m, elle couvre le Rhétien inférieur et moyen. La section d'Eiberg est une coupe de référence qui a déjà fait l'objet de nombreux travaux dévolus aux événements de la fin du Trias. Elle est également constituée d'alternances marno-calcaires et couvre le Rhétien supérieur. Enfin la coupe de Kuhjoch est la coupe GSSP de la limite Trias-Jurassique. Elle est épaisse d'une vingtaine de mètres et est essentiellement marneuse.

Ces quatre coupes ont fait l'objet d'un échantillonnage à haute résolution, d'un intervalle entre 5 et 10 cm, pour des analyses de susceptibilité magnétique (SM), marqueur classiquement utilisé en cyclostratigraphie, et traduisant essentiellement le rapport entre apports terrigènes et sédimentation carbonatée.

Les variations de SM présentent des cyclicités de différentes longueurs d'onde, de quelques dizaines de cm à plusieurs dizaines de m. Des analyses spectrales et la comparaison avec le modèle astronomique permettent de rapporter ces cyclicités sédimentaires aux périodes orbitales, et d'identifier clairement précession, obliquité, excentricité à 100 et 400 ka, voire une modulation de l'amplitude de l'excentricité de plus de 1 Ma.

Un « *orbital tuning* » basé sur la reconnaissance des cycles d'excentricité de 405 ka a pu être réalisé sur l'ensemble des quatre coupes. Cela permet d'estimer le temps représenté par ces sections, donc d'estimer la durée du Rhétien, résultat qui contribue notablement à améliorer notre connaissance sur l'échelle de temps du Trias supérieur.

# CHANGEMENTS CLIMATIQUES RAPIDES DANS LE NORD-OUEST DE LA FRANCE (GRANDE VASIÈRE) : ANALYSE DINOKYSTE À HAUTE-RÉSOLUTION DURANT LES DERNIERS 9000 ANS

Axelle GANNE[1,@], Aurélie PENAUD [2], William HARDY[2], Samuel TOUCANNE[3], Filipa NAUGHTON[4], Frédérique EYNAUD[5], Jean-François BOURILLET[3]

(1) Laboratoire Archéosciences, UMR 6566. Bât. 24-25. Université de Rennes 1. 263 avenue du Général Leclerc. CS 74205 - 35042 RENNES CEDEX, FRANCE
(2) Laboratoire Domaines Océaniques, UMR 6538. Institut Universitaire Européen de la Mer. Université de Bretagne Occidentale. Place Nicolas Copernic, 29820 PLOUZANÉ, FRANCE
(3) Laboratoire Environnements Sédimentaires. IFREMER. ZI de la Pointe du Diable - CS 10070 - 29280 PLOUZANÉ, FRANCE.
(4) Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação (INETI). Departamento de Geologia Marinha. Aptdo 7586. 2721-866 Amadora, PORTUGAL.
(5) Environnements et paléoenvironnements Océaniques et continentaux (UMR 5805, EPOC – OASU). Université Bordeaux 1. Avenue des Facultés, 33405 TALENCE CEDEX, FRANCE
(@) axelle.ganne@gmail.com

L'étude dinokyste à haute résolution réalisée sur une carotte de 2.7m (VK-03-58 bis) permet de discuter les changements paléohydrologiques de surface (température, salinité, productivité) affectant le NW de la France durant les 9000 dernières années.

Cette carotte a été prélevée dans un secteur protégé de la Grande Vasière, une zone de sédimentation fine sur la plateforme armoricaine. Elle a précédemment fait l'objet d'analyses polliniques à basse-résolution (Naughton *et al*, 2007). Nous présentons ici les nouvelles données dinokystes permettant de discuter la variabilité climatique Holocène sur le long terme, ainsi que les changements climatiques rapides.

Les données dinokystes confirment l'importance de la variabilité climatique suborbitale (cycles de 1500 ans) auquel se superpose une tendance au refroidissement à long terme. Ce refroidissement à long terme est mis en évidence par l'augmentation des fréquences relatives des kystes de *P. dalei* tout au long de l'enregistrement, tandis que l'alternance d'eaux chaudes avec des eaux plus froides est illustrée par l'anticorrélation des fréquences de *S. mirabilis* et S. *lazus*. Les reconstructions quantitatives des températures océaniques de surface basées sur les assemblages dinokystes renforcent les données polliniques (Naughton *et al.*, 2007) en montrant un déclin de la saisonnalité tout au long de l'Holocène, en lien avec le déclin de l'insolation estivale.

De plus, des changements rapides de paléoproductivité sont soulignés par les fréquences variables des kystes bruns hétérotrophes (dont *S. quanta* et *P. nudum*) qui traduisent une variabilité des apports en nutriments, dépendants des décharges fluviatiles et de la position des courants marins.

Naughton, F., Bourillet, J.-F., Sanchez-Goñi, M. F., Turon, J.-L. and Jouanneau, J.-M. 2007. Long-term and millennial-scale climate variability in northwestern France during the last 8850 years. *The Holocene*, 17, 7, 939-953.

# CONSÉQUENCES DU MAXIMUM THERMIQUE DE LA LIMITE PALÉOCÈNE-ÉOCÈNE SUR LES ENVIRONNEMENTS CONTINENTAUX DU BASSIN DE PARIS

Sylvain GAREL[1,2,3,4,5,@], Johann SCHNYDER[1], Jérémy JACOB[2,3,4] , Christian DUPUIS[6], Claude LE MILBEAU[2,3,4] , Christine FLEHOC[7], François BAUDIN[1], Noémie BREILLAT[7], Florence QUESNEL[2,3,4,5]

(1) UPMC Université Paris 06/CNRS, UMR 7193 ISTeP, 4 place Jussieu, 75005 Paris, France
(2) Université d'Orléans, ISTO, UMR 7327, 45071 Orléans, France
(3) CNRS/INSU, ISTO, UMR 7327, 45071 Orléans, France
(4) BRGM, ISTO, UMR 7327, BP 36009, 45060 Orléans, France
(5) BRGM GéoRessources/GAT, 45060 Orléans Cedex 2, France
(6) Faculté Polytechnique de Mons, B-7000 Mons, Belgium.
(7) BRGM LAB/ISO, 45060 Orleans Cedex 2, France
(@) sylvain.garel@upmc.fr

Le maximum thermique de la limite Paléocène-Eocène (PETM; Paleocene-Eocene Thermal Maximum) fut un réchauffement global et brusque qui s'est produit il y a 55,8 Ma et dura entre 170 et 220 ka (Röhl et al., 2007). Cet évènement hyperthermal est associé à une excursion isotopique négative du carbone (CIE : Carbon Isotope Excursion) qui est enregistrée par la matière organique (MO) et les carbonates notamment (Aubry et al., 2007). Actuellement, alors que les effets du PETM sur les environnements marins sont bien documentés, ses conséquences sur les environnements continentaux sont encore mal connues.

De récentes études de la MO préservée dans les sédiments côtiers du Paléocène-Eocène (P-E) du bassin de Dieppe-Hampshire ont révélé de fortes perturbations environnementales et climatiques associées à la limite P-E (Storme et al., 2012; Garel et al., 2013). Afin de déterminer si ces changements sont locaux ou régionaux, 2 carottes forées dans la partie centrale du Bassin de Paris ont été étudiées (BEAU et PORQ). Celles-ci montrent des sédiments déposés dans des environnements plus proximaux que ceux du bassin de Dieppe-Hampshire tels que des sables fluviatiles et des dépôts de plaine d'inondation riches en MO.

Les analyses du $\delta^{13}C$ de la MO ont révélé une CIE partielle s'étendant sur 3 m d'épaisseur dans la carotte BEAU et une CIE complète s'étendant sur 12 m d'épaisseur dans la carotte PORQ. L'observation des palynofaciès a montré la dominance de la MO gélifiée dans les 2 carottes, indiquant une MO principalement d'origine végétale supérieure. Cependant, des pics de concentration de MO amorphe fluorescente au sein du PETM dans PORQ sont révélateurs de blooms algaires.

Les biomarqueurs moléculaires, quantifiés par GC-MS, ont montré que les fractions aliphatiques des 2 carottes sont dominées par les *n*-alcanes, les hopanes et les triterpènes pentacycliques. Dans les 2 sites, le début du PETM coïncide avec des pics de concentration en biomarqueurs de fougères (e.g. fernènes), ceux-ci étant même plus abondants que les biomarqueurs d'angiospermes (e.g. lupène) à PORQ. Cette carotte est d'ailleurs marquée par l'alternance de pics de biomarqueurs de fougères et d'angiospermes au sein de la CIE. Enfin, aucun des 2 sites ne montre de fortes concentrations de biomarqueurs de gymnospermes (e.g. diterpènes tricycliques).

Le $\delta D$ des *n*-alcanes, qui a été analysé par GC-irMS, montre une décroissance continue des valeurs à BEAU qui s'amorce à la fin du Paléocène et qui s'étend jusqu'au sommet de la carotte. Celle-ci indique un passage progressif à des conditions plus humides. A PORQ, ce changement est suivi par un retour progressif à des conditions plus sèches à la fin du PETM.

Finalement, la comparaison de ces résultats avec ceux publiés dans le bassin de Dieppe-Hampshire (Garel et al., 2013) suggère que certains des changements environnementaux et hydrologiques, révélés par ces études, ne sont pas seulement locaux, mais régionaux, voire globaux.

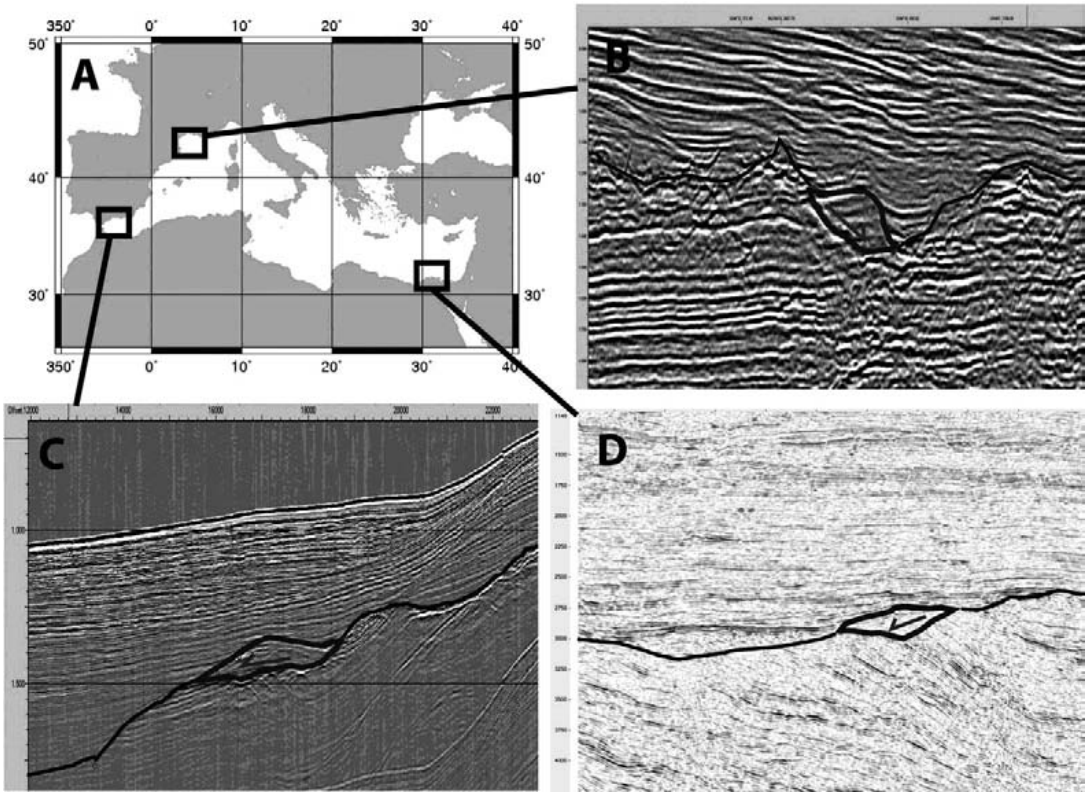
# CRISE DE DESTABILISATION DE PENTE EN MEDITERRANEE AU MESSINIEN

Julien GARGANI[1,@], François BACHE[2], Gwenael JOUANNIC[1], Christian GORINI[3]

(1) IDES, University of Paris-Sud and CNRS, Orsay, France
(2) GNS, Nouvelle Zélande
(3) ISTEP, Université Pierre et Marie Curie (UPMC) and CNRS, Paris, France
(@) julien.gargani@u-psud.fr

Il y a certaines époques qui sont le centre de nombreux évènements catastrophiques. La Méditerranée a été le lieu de nombreuses déstabilisations de terrain durant le Messinien (5.96-5.33Ma). On sait depuis plusieurs décennies que plus de 2km d'évaporites se sont accumulées dans les bassins profonds (Montadert et al., 1978; Hsu et al., 1977) et que de profonds canyons avaient été creusés lorsqu'une chute brutale du niveau de la Mer Méditerranée d'environ 1.5km s'était produite (Clauzon, 1982; Barber, 1981). Cette chute de la mer Méditerranée s'est produite en relation avec les interactions complexes entre mouvements tectoniques, variations eustatiques globales et évolutions climatiques (Gargani et Rigollet, 2007). Cette crise s'est terminée avec la remise en eau brutale du bassin Méditerranéen.

Dans cette étude, nous montrons qu'une crise de déstabilisation globale des pentes s'est produites. Nous avons observés plusieurs glissements de terrain dans différentes zones de la Méditerranée (Golf du Lions, delta du Nil, Alboran,...), ainsi que des formations à blocs. L'étude précise de certains de ces glissements par des données sismiques et de la modélisation numérique permet de penser que ces glissements de terrain sont dues (i) au pentes importantes générées par le creusement de canyons profonds, (ii) à la remise en eau du bassin Méditerranéen à la fin de la crise.



# RELATIONS TECTONIQUE ET SEDIMENTATION LE LONG DE LA MARGE EST-SARDE (MER TYRRHENIENNE) : DU RIFTING A LA REACTIVATION

Virginie GAULLIER[(1,@)], Frank CHANIER[(1)], Bruno VENDEVILLE[(1)], Gaël LYMER[(1)], Agnès MAILLARD[(2)], Isabelle THINON[(3)], Johanna LOFI[(4)], Françoise SAGE[(5)], Pierre GIRESSE[(6)], Maria-Angela BASSETTI[(6)], Lies LONCKE[(6)]

(1) GéoSystèmes - UMR 8217, Univ. Lille 1, Bâtiment S.N.5, Cité Scientifique, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex, France
(2) Laboratoire GET, Univ. Toulouse III, 14 avenue Edouard Belin, 31400 Toulouse, France
(3) BRGM- Direction des Géoressources/GBS, BP36009, 45060 Orléans Cedex 2, France
(4) Géosciences Montpellier - UMR 5243, Bat. 22, Univ. Montpellier 2, Place E. Bataillon, 34095 Montpellier Cedex 05, France
(5) GéoAzur – UMR 7329, UPMC, Bât. 1, 250 avenue Albert Einstein, 06560 Valbonne, France
(6) CEFREM - UMR 5110, Univ. de Perpignan, 52 avenue Paul Alduy, 66860 Perpignan, France
(@) gaullier@univ-perp.fr

Le projet Terre-Mer « METYSS-METYSAR » a pour objectif de mieux contraindre les relations entre tectonique crustale, tectonique salifère et sédimentation depuis le Messinien sur la marge est-sarde. Dans ce secteur-clé, le bassin arrière-arc tyrrhénien se caractérise par un rifting récent (9-5 Ma), *pro parte* contemporain de la Crise de Salinité Messinienne (CSM), une océanisation avérée à partir du Pliocène, et une réactivation post-rift des structures de la marge. Le bassin tyrrhénien et la marge est-sarde apparaissent ainsi particulièrement adaptés à l'étude des mécanismes de l'étirement et de l'amincissement extrême de la lithosphère, du rôle de l'héritage structural pendant et après le rifting, de la réactivation d'une marge passive et de l'enregistrement sédimentaire de la déformation notamment pendant et après la CSM. Les parts respectives de la tectonique salifère et de la tectonique crustale sont évaluées dans la quantification des mouvements verticaux et horizontaux qui affectent ce secteur, notamment grâce à l'utilisation des marqueurs sismiques de la CSM identifiés à partir des données géophysiques « METYSS ». L'ensemble de ces données a notamment permis de mieux contraindre le calendrier du rifting (Gaullier et al., 2013). Les investigations de terrain « METYSAR », réalisées dans la région d'Orosei, montrent que le principal fleuve actuel, le Cedrino, suit le cours d'une paléo-vallée qui incise le soubassement granitique et ses altérites. Ces dépôts, ainsi que le socle, ont été érodés vraisemblablement au Messinien puis remaniés lors d'une transgression marine. Les microfaunes, présentes dans les faciès marins fins, indiquent un âge Pliocène supérieur. Cette série marine présente des pendages de l'ordre de 20 à 30 ° qui s'organisent selon une direction NNE-SSW, subparallèle aux structures tectoniques majeures associées au rifting de la marge est-sarde. Le basculement des séries pliocènes est scellé par un ensemble de coulées volcaniques dont les plus anciennes sont datées du Pliocène supérieur. La cartographie et la caractérisation des dépôts mettent en évidence un paléo-relief orienté NNE-SSW qui contrôle la répartition des unités sédimentaires. Ces résultats montrent que l'activité tectonique post-messinienne, également identifiée en mer, participe au contrôle de l'architecture sédimentaire et de la paléogéographie des séries pliocènes dans ce secteur. Aucune trace de dépôts marins du Pliocène Inférieur, ni de Gilbert deltas n'a été relevée à terre. L'absence de ces édifices sédimentaires caractéristiques de la remise en eau pliocène du bassin méditerranéen témoigne aussi de mouvements verticaux post-rift significatifs.

Gaullier, V., Chanier F., Lymer G., Vendeville B., Maillard A., Thinon I., Lofi J., Sage F., Loncke L., 2013. Salt tectonics and crustal tectonics along the Eastern Sardinian margin, Western Tyrrhenian : New insights from the « METYSS 1 » cruise. Tectonophysics, in press.

# APPORT D'UN SITE FOSSILE À LA COMPRÉHENSION DE L'HISTOIRE D'UNE SORTIE DE FLUIDES

Aurélien GAY[1,@], Michel LOPEZ[1]

(1) Laboratoire Géosciences Montpellier, Place Eugène Bataillon, Case 060, 34095 Montpellier, France
(@) aurelien.gay@gm.univ-montp2.fr

Depuis près de 20 ans les missions océanographiques sur les sorties de fluides ont montré que leur organisation interne (minéralogique, chimique et biologique) peut être analysée seulement là où le fluide est expulsé sur le fond de l'océan (pockmarks et volcans de boue principalement). Des études récentes montrent ainsi que les communautés biologiques et les faciès minéralogiques sont répartis de façon concentrique, les systèmes sulfuro-dépendants à la périphérie et méthano-dépendants au centre. Cette répartition est directement liée à l'intensité du flux ascendant de méthane qui, lorsqu'il atteint la base de la zone de réduction des sulfates, engage une réaction de sulfato-réduction dont les produits, sulfures et ions bicarbonates en particulier, précipitent sous la forme de sulfures de fer et de carbonates. Ce résultat montre que les sédiments gardent la trace des processus d'expulsion sur le fond et dans la colonne sédimentaire. Or, ce flux ascendant de méthane va varier au cours de l'histoire du bassin en fonction de paramètres qui restent encore aujourd'hui à l'état d'hypothèses.

Ainsi, l'étude d'analogues de ces systèmes dans les séries anciennes à l'affleurement est le seul moyen actuel de mieux contraindre l'évolution d'une sortie de fluides au cours du temps. Dans le bassin du Sud-est de la France, des concrétions et des bioconstructions carbonatées ont été identifiées dans les marnes callovo-oxfordiennes. L'étude de détail réalisée sur le site de Beauvoisin a permis de montrer que l'alimentation en fluides semble conduire à un colmatage progressif par interaction des fluides avec l'encaissant et précipitation à l'intérieur des conduits. Les fluides cherchent alors un autre chemin pour atteindre le fond de l'océan. Sur le paleo-fond des lentilles carbonatées riches en fossiles se développent, s'empilent verticalement ou migrent latéralement par compensation au gré du flux de fluides ascendant. Une analyse stratigraphique détaillée montre ainsi que ces périodes de forte intensité d'expulsion sont ponctuées de périodes plus calmes pendant lesquelles la sédimentation hémipélagique de pente reprend petit à petit le dessus. Cette organisation interne montre clairement qu'il s'agit d'un pockmark fossile d'un diamètre de 600 m environ dont l'architecture, l'organisation interne et l'activité sont contrôlées par des paramètres allo-cycliques (variations des grands cycles eustatiques) combinés localement à des paramètres auto-cycliques (halocinèse téthysienne le long de failles syn-sédimentaires).

# LES CIRCULATIONS DE FLUIDES GRANDE ÉCHELLE SUR LES MARGES : LE PROJET EFEB

Aurélien GAY[1,@], Johanna LOFI[1]

(1) Laboratoire Géosciences Montpellier, Place Eugène Bataillon, Case 060, 34095 Montpellier, France
(@) aurelien.gay@gm.univ-montp2.fr

Les études récentes sur les migrations de fluides dans les bassins sédimentaires montrent qu'ils sont omniprésents et interagissent avec l'encaissant sédimentaire au cours de l'histoire du bassin depuis les stades précoces d'ouverture jusqu'aux stades matures de remplissage, voire même ultimes d'exhumation. Ces fluides sont finalement les grands marqueurs des événements géodynamiques qui structurent les bassins. On commence à bien connaître les couplages tectono-sédimentaires, les couplages sédimentation-fluides à travers la diagenèse, et les couplages fluides-tectonique à travers le comportement des failles. Le challenge des années à venir est donc d'étendre ces concepts à une forme plus intégrée de couplage tectonique-sédimentation-fluides.

Ce projet EFEB (Echanges de Fluides grande Echelle dans les Bassins sédimentaires) s'inscrit dans cette dynamique d'intégration des processus. Pour comprendre le rôle des fluides à l'échelle du bassin, plusieurs challenges sont à relever. En particulier il faut déterminer la source des fluides, les chemins parcourus et le timing de ces migrations. Ainsi, plusieurs histoires de migration de fluides peuvent se superposer en fonction du contexte géodynamique du bassin et de son évolution au cours du temps mais ces événements fluides seront préservés dans l'enregistrement sédimentaire. L'objectif du projet EFEB est donc d'identifier des marqueurs géophysiques, minéralogiques et géochimiques des transferts de fluides 1) verticaux depuis leur source jusqu'à la surface (fond de mer et onshore) et 2) latéraux depuis la partie onshore vers la partie offshore des bassins. Ces migrations de fluides sont étroitement contrôlées 1) par la déformation et la fracturation précoce des sédiments et 2) par la localisation des corps et des séquences sédimentaires susceptibles de stocker temporairement et/ou de conduire les fluides.

La méthode utilisée combinera donc des approches complémentaires d'analyse des migrations de fluides dans les bassins sédimentaires : 1) la caractérisation géophysique à partir de données de sismique 2D, 3D, 2D AUV, de données de carottes et de puits d'exploration, la caractérisation sédimentologique et minéralogique à partir de données pétrophysiques et d'analyses cristallographiques et texturales, 3) l'identification de marqueurs géochimiques à partir d'analyses isotopiques de O, C, S et Cl sur des échantillons prélevés à différentes profondeurs de la colonne sédimentaire jusqu'à la surface, et 4) la définition de paramètres mécaniques qui initient et contrôlent la remobilisation des fluides à partir de modèles numériques novateurs incluant la phase fluide.

Cette approche sera appliquée à la marge angolaise qui est un cas d'étude bien contraint en terme de cadre géodynamique, tectonique et stratigraphique que ce soit dans la partie offshore ou dans la partie onshore.

L'objectif final est donc de générer un concept de « séquences fluides » qui sera utilisé en approche directe pour déterminer les chemins de migration, les pièges potentiels et quantifier le volume et la nature des fluides expulsés, et en approche inverse pour déterminer l'état d'évolution d'un bassin sédimentaire et en déduire son contexte géodynamique à une période donnée de son histoire.

# ACTION MARGES, LE THÈME « FLUIDES, MATIÈRE ORGANIQUE ET MATIÈRES MINÉRALES » : ENJEUX SCIENTIFIQUES ET PERSPECTIVES

Aurélien GAY[1,@], Sébastien MIGEON[1]

(1) Laboratoire Géosciences Montpellier, Place E. Bataillon, Case 060, 34095 Montpellier, France
(2) Laboratoire GeoAzur, *Université de Nice - Sophia-Antipolis,* 06560 Valbonne, France
(@) aurelien.gay@gm.univ-montp2.fr

Le thème « Fluides » dans le projet ACTION MARGES est un thème transverse soutenu par l'INSU, l'IFREMER, TOTAL et le BRGM. Son objectif est de fédérer la communauté scientifique française autour de la problématique des fluides dans les bassins sédimentaires.

Aujourd'hui, la compréhension des mécanismes de circulations de fluides dans les bassins sédimentaires représente un enjeu à la fois sociétal et fondamental. En raison de leur nature ($CO_2$, $CH_4$, $H_2S$ principalement) leur expulsion sur le fond des océans peut avoir un impact sur la chimie de l'océan, voire même de l'atmosphère. Ces fluides sont donc directement impliqués dans les bilans géochimiques entre les grands réservoirs terrestres, depuis la lithosphère jusqu'à l'atmosphère en passant par la biosphère. Des études récentes montrent ainsi que leur expulsion massive est peut-être responsable de changements climatiques globaux, comme lors de la crise Paléocène/Eocène. Leur expulsion représente également un risque sur la stabilité des pentes avec des conséquences sur les installations humaines. Elles alimentent de nombreuses communautés chimiosynthétiques sur le fond des océans qui ont révolutionné notre conception de l'apparition de la vie sur terre. D'autre part, le volume de fluides piégés dans les bassins sédimentaires présente un intérêt en termes de ressource, enjeu majeur pour les années à venir.

Jusqu'aux années 2000, les fluides ont été étudiés comme un témoin de l'évolution post-dépôt dans les bassins. Leur caractérisation est passée principalement par l'utilisation d'outils géophysiques ou de carottages. Ainsi, nous avons une vision assez précise de l'état et du fonctionnement d'une sortie de fluides actuelle connectée ou non à un réseau de migration enfoui que l'on appelle la plomberie des marges. Or, cette vision n'intègre pas l'évolution dans le temps au cours de l'histoire du bassin, étape nécessaire pourtant pour la prédiction et l'établissement de modèles globaux de migration.

Nous proposons donc de nous concentrer sur de nouvelles orientations scientifiques pour mieux contraindre la chaîne continue de transformation entre le dépôt de la matière organique, la production de fluides, leur migration et leur impact sur la colonne sédimentaire. C'est pourquoi le thème a été rebaptisé « Fluides, Matière Organique, Matières Minérales » afin de mieux comprendre les évolutions complexes et la production de fluides dans les premières centaines de mètres de la colonne sédimentaire.

Nous exposerons donc ici les grands enjeux scientifiques et les perspectives de développement du thème F-MO-MM pour les années à venir.

# ANALYSES *IN SITU* NON-INVASIVES COUPLANT FLUORESCENCE ET DIFFRACTION DE RAYONS X DES PAROIS ORNÉES DES GROTTES PRÉHISTORIQUES : CAS DE LA GROTTE DE ROUFFIGNAC

Marine GAY[1,@], Hélène ROUSSELIERE[1], Katharina MÜLLER[1], Frédéric PLASSARD[2], Jean-Jacques CLEYET-MERLE[3], Ina REICHE[1]

(1) Laboratoire d'Archéologie Moléculaire et Structurale, LAMS, UMR 8220 CNRS, UPMC, site Ivry-Le Raphaël, 3 rue Galilée 94200 Ivry-sur-Seine, France
(2) S.A.R.L. Grotte de Rouffignac, 24580 Rouffignac-Saint-Cernin
(3) Musée National de Préhistoire, 1 rue du musée, 24620 Les Eyzies-de-Tayac, France
(@) marine.gay@upmc.fr

Les milieux karstiques et leurs évolutions ont conditionné au fil du temps la réalisation et la conservation des œuvres pariétales. Celles-ci furent exécutées suivant des techniques en adéquation avec des états de surfaces particuliers, issus de processus affectant les parois et les plafonds des grottes. La prise en compte des phénomènes d'altération de ces parois est donc essentielle pour appréhender le degré de vieillissement des œuvres et anticiper sur leur devenir. La grotte de Rouffignac réunit une grande diversité d'états de surface, vermiculations, polygones d'argiles, voiles de calcites, parois molles, disposés sur certain panneau en faciès étagés (exemple la Frise des dix Mammouths et le Panneau du Patriarche) et ayant subi au cours du temps des évolutions morphologiques et physico-chimiques variables. Simultanément, le degré de conservation des œuvres pariétales paléolithiques y est divers. Cette cavité offre donc la possibilité d'études variées tant sur la genèse des faciès des parois que sur leurs évolutions taphonomiques.

L'approche pluridisciplinaire entreprise dans cette grotte a pour objectif de déterminer les mécanismes physico-chimiques à l'origine de la formation des différents états de surfaces observés et d'évaluer leurs interactions avec les œuvres pariétales, et en particuliers avec les pigments qui constituent certaines d'entre elles (principalement des oxydes de fer et de manganèse). L'application d'un dispositif portable couplant fluorescence et diffraction de rayons X a montré son efficacité pour déterminer la composition chimique et identifier les phases minéralogiques des pigments et phases cristallisées des représentations pariétales ainsi que des constituants en surface des parois. L'exemple de Rouffignac permet ainsi d'illustrer le fort potentiel de ces méthodes dans l'évaluation des états de surface des parois ornées au cours du temps.

# MAGMATISME, IMPACTS MÉTÉORITIQUES ET INJECTITES DANS LE BASSIN DE MURZUQ (LIBYE): DYNAMIQUE POST-SEDIMENTAIRE D'UN BASSIN INTRACRATONIQUE

Jean-François GHIENNE[1,@], Julien MOREAU[2], Jean-Loup RUBINO[3]

(1) IPGS, UMR7516 CNRS/Univ. de Strasbourg, 1 rue Blessig, 67084 Strasbourg
(2) Dpt of Geography and Geology, Univ. Copenhagen, Øster Voldgade 10, 1350 Copenhagen
(3) Total-CSTJF, avenue Laribeau, 64018 Pau
(@) ghienne@unistra.fr

Reposant en discordance sur le socle panafricain, la succession stratigraphique Paléozoïque inférieur du bassin de Murzuq (SW Libye) est constituée en gros de grès cambro-ordoviciens, de pélites du Silurien inférieur à moyen et à nouveau de grès Silurien supérieur à Dévonien inférieur. De nombreuses structures circulaires de 0,3 jusqu'à 6 km de diamètre jalonnent les hauts structuraux ceinturant ce bassin intracratonique.

A l'est du bassin, une vaste structure circulaire (6km) arasée, avec pointement central et double anneau périphérique résiduels, avait été initialement supposée être en relation avec une intrusion volcanique (Jacqué, 1963). Sa structure, son association avec un alignement de structures cratériformes, des faciès de brèches en pierres volantes autour de la structure et l'identification en lames minces de rares quartz choqués ont plus tard (2001) abouti une ré-interprétation en tant que cratère d'impact météoritique anté-carbonifère.

A l'ouest du bassin, le cône parfait de la montagne de Telout, de 5 km de diamètre, domine de près de 400 m la plaine environnante du Tassili des Ajjers (toit du Cambro-Ordovicien). L'imagerie satellite révèle des anneaux périphériques. L'examen sur le terrain (2004) montre que les anneaux sont constitués de strates cambro-ordoviciennes redressées à l'approche du « pic » central, lui même ceinturé d'une dépression circulaire. Le cœur de la structure est un enchevêtrement de dykes et conduits cylindriques gréseux.

Un retour dans l'est du bassin (2006) permettra ensuite la découverte fortuite d'une structure d'injection d'environ 300 m de diamètre, associant des faciès de grès massifs ou laminés et vacuolaires (anciens fragments argileux ?), des dykes, et un pointement de basalte à la base ; le tout scellé en discordance par des grès à plantes du Dévonien. En carte, cet ensemble constitue le cœur de l'une des structures cratériformes associées à la structure interprétée 5 ans auparavant comme résultant d'un impact.

Finalement, l'ensemble de ces structures circulaires est interprété comme des complexes d'injectites alimentés par les sables cambro-ordoviciens, perforant la couverture pélitique silurienne et s'atténuant dans, ou étant scellés par les dépôts dévoniens (Moreau et al. 2011). Si l'on met en relation ces injections avec les synclinaux circulaires décrits dans l'extrême sud-est algérien, associés à des dykes magmatiques et à une sédimentation syntectonique enregistrant des processus de déformation en surface (Beuf et al. 1971), il devient possible de proposer un modèle de mise en place de ces injectites affectant en domaine intracratonique une pile sédimentaire d'environ 1 km d'épaisseur. Des surpressions fluides dévoniennes sont générées dans ou à la base du Cambro-Ordovicien par des éruptions phréato-magmatiques. Un dôme se forme, bientôt suivi de la fracturation et de l'érosion de la couverture argileuse silurienne puis de l'intrusion vers le haut du matériel sableux. La relaxation des surpressions est suivie de l'effondrement général de la structure, produisant en surface des subsidences localisées. Scellés par des sables dévoniens continentaux, ces complexes d'injectites ont remobilisé des sables déposés 50 à 100 millions d'années auparavant. Ils ont autorisé des circulations verticales de fluides entre des niveaux potentiellement réservoir mais stratigraphiquement non connectés.

Moreau J., Ghienne J.-F., Hurst A., 2012, Kilometre-scale sand injectites in the intracratonic Murzuq Basin (South-west Libya): an igneous trigger? Sedimentology, 59, 1321-1344.

# EVOLUTION DES ECOSYSTEMES CONTINENTAUX A LA TRANSITION EOCENE-OLIGOCENE. APPORT DE LA MATIERE ORGANIQUE DES SEDIMENTS LACUSTRES DU BASSIN DE RENNES

Julie GHIRARDI[1,2,@], Jérémy JACOB[1], Claude LE MILBEAU[1], Hugues BAUER[1,2], Jean-Jacques CHATEAUNEUF[3], Christine FLEHOC[1,2], Johann SCHNYDER[4], Jérôme FOZZANI[4], Florence QUESNEL[1,2], Christian DI GIOVANNI[1]

(1) Institut des Sciences de la Terre d'Orléans, ISTO, UMR 7327 du CNRS/INSU, Université d'Orléans, BRGM, 1A rue de la Férollerie, 45071 Orléans, France.
(2) BRGM, 45060 Orléans Cedex 2, France.
(3) Biostratigraphe, 8 quai du Châtelet, 45000-Orléans
(4) UPMC Univ Paris 06 et CNRS, UMR 7193 ISTeP, 4 place Jussieu, 75005 Paris, France.
(@) julie.ghirardi@univ-orleans.fr

La transition climatique Eocène/Oligocène (E/O) est l'un des changements majeurs au cours du Cénozoïque. Elle se traduit par la mise en place de calottes glaciaires développées et permanentes aux pôles. La majorité des études ayant été réalisée en domaine marin, son impact sur les écosystèmes continentaux reste méconnu. Les dépôts lacustres de l'Eocène-Oligocène du bassin de Rennes (projet CINERGY) sont remarquablement continus et riches en matière organique (MO). Ils constituent de ce fait une archive unique pour l'étude de l'impact de la transition Eocène-Oligocène sur les milieux continentaux.

Une approche multi-analyses, couplant pétrographie (palynofaciès) et géochimie organique (pyrolyse Rock Eval) a déjà été menée sur respectivement 30 et 110 échantillons. Parmi ces derniers, 60 ont vu leur contenu lipidique identifié et quantifié par couplage Chromatographie en Phase Gazeuse - Spectromètre de Masse (CPG-MS). Ces investigations montrent que les teneurs en Carbone Organique Total varient entre 0,03 et 27%. Les Indices d'Hydrogène compris entre 0 et 600 mgHC/gCOT et les Indices d'Oxygène fluctuant entre 20 et 120 mgCO témoignent d'une MO de Type III dominée par les végétaux vasculaires. Les Tmax inférieurs à 430 montrent que cette matière est bien préservée. Ces informations sont confirmées par les résultats du palynofaciès qui indiquent par ailleurs un apport significatif de matériel algaire dans certains niveaux. Les cortèges moléculaires confirment également ces résultats. Nous notons la prédominance de molécules issues de végétaux vasculaires (n-alcanes à longues chaînes), marquées par l'abondance de diterpènes tricycliques (marqueurs de Gymnospermes), de fernènes (marqueurs de fougères) et de triterpènes pentacycliques (marqueurs d'Angiospermes). Une contribution bactérienne notable est illustrée par la présence de nombreux hopanes. Enfin, la présence de dérivés diagénétiques de triterpènes pentacycliques (Des-A-triterpènes et dérivés aromatiques) indique une diagenèse précoce affectant leurs précurseurs biochimiques.

L'évolution contrastée des marqueurs de différentes végétations nous renseigne ainsi sur les végétations qui se sont succédées durant la période étudiée. Par exemple, alors qu'ils sont abondants à l'Eocène supérieur, les marqueurs d'Angiospermes diminuent fortement après la limite E/O. Les marqueurs de Gymnospermes sont, eux, abondants durant deux phases : à l'Eocène supérieur et à l'Oligocene inférieur, après la limite E/O. La dynamique distincte des marqueurs d'Angiospermes et de Gymnospermes à la transition E/O est en accord avec les résultats palynologiques qui soulignent un refroidissement en deux étapes : le premier durant l'Eocène supérieur et le second, associé probablement avec une courte phase de sècheresse, à la base de l'Oligocène. La mesure du δD des n-alcanes à longues chaînes devrait nous permettre de préciser le cadre hydrologique de cette transition.

# MULTI-PROXY ORBITAL CHRONOLOGY IN THE AFTERMATH OF OAE1a (LOWER APTIAN): PALAEOCEANOGRAPHIC IMPLICATIONS (SERRE CHAITIEU SECTION, VOCONTIAN BASIN)

Julie GHIRARDI[1,2,3,4,@], Jean-François DECONINCK[1], Pierre PELLENARD[1]
Mathieu MARTINEZ[1], Ludovic BRUNEAU[1], Emmanuelle PUCÉAT[1]

(1) UMR CNRS 6282 Biogéosciences, Université de Bourgogne, 6 Bd Gabriel, 21000 Dijon, France
(2) Univ d'Orléans, ISTO, UMR 7327, 45071, Orléans, France
(3) CNRS/INSU, ISTO, UMR 7327, 45071, Orléans, France
(4) BRGM, ISTO, UMR 7327, BP 36009, 45060 Orléans, France
(@) julie.ghirardi@univ-orleans.fr

In the Early Aptian, the OAE 1a is well defined by a negative $\delta^{13}C$ excursion followed by a positive $\delta^{13}C$ excursion, covering the *Deshayesites deshayesi* and *Dufrenoya furcata ammonite* zones. To estimate the time required for the carbon cycle recovery following the major disruption due to anoxia after OAE1a and to provide durations of ammonites and foraminifers biozones, a cyclostratigraphic approach was performed on the Serre Chaitieu section located in the Vocontian Basin (Bréhéret, 1997). This section, which mainly consists of hemipelagic blue-grey marl punctuated by limestone beds used as marker horizons throughout the basin, was chosen because gravity flow deposits represents less than 10% of the succession, (Friès & Parize, 2003). The section studied encompasses the *Deshayesites deshayesi* Zone to the end of the *Epicheloniceras subnodosocostatum* Zone.

Using a field Spectral Gamma Ray (SGR), 450 measurements were performed with a sample step of 20 cm. Each measured point was sampled for calcimetry, clay mineralogy and magnetic susceptibility (MS). Spectral analyses were then performed on all proxies. Detrital clay mineral assemblages consist of illite, illite/smectite mixed-layers (I/S), kaolinite and chlorite. Fluctuations of clay minerals are mainly driven by climate change and progradation/drowning of peri-vocontian platforms. The proportions of illite and kaolinite covary and fluctuate in opposition with I/S. Cyclic fluctuations of relative proportions of clay minerals are particularly well expressed by the kaolinite/chlorite ratio.

The SGR, MS, $CaCO_3$ and K/C signals were detrended by filtering low frequencies and spectral analyses were performed using the Multi-Taper Method applying three $2\pi$ tapers. The sedimentary frequency ratios were compared to orbital frequency ratios to test the orbital origin of sedimentary cycles. The amplitude spectrogram method was applied on the series to follow the evolution of the sedimentary cycles throughout the series. The geochronometer 405-kyr eccentricity cycle, which appears significant and well expressed along the series (up to 99% confidence level), is used to provide a robust temporal framework.

More than five 405-kyr eccentricity cycles are recognized throughout the section, which can offer a total duration of at least 2.33 myr for the whole sedimentary succession. The minimum duration of the *D. furcata* zone is assessed at 0.46 myr, and that of the *E. subnodosocostatum* zone at 1.45 myr. Amplitude spectrograms suggest a strengthening signal of obliquity during the *furcata* zone, which would confirm the global cooling characterising this interval, maybe leading to the development of low-extension polar ice. Finally, a duration of at least 1 myr was necessary to the return to equilibrium in the carbon cycle in the aftermath of the OAE1a .

Bréhéret, J.-G., 1997. Thèse Doct. Sci. Univ. Tours. Publ. Soc. Géol. Nord, 25, 614 p.
Friès, G., Parize, O., 2003. Sedimentology, 50, 1231-1270.

# ORIGINE DES FACIES LAMINES DANS LES SEDIMENTS LACUSTRES EOCENE-OLIGOCENE DU GRABEN DE RENNNES. APPROCHE MINERALE, ORGANIQUE ET CYCLOSTRATIGRAPHIQUE

Julie GHIRARDI[1, 2,@], Hugues BAUER[1,2], Jérémy JACOB[1], Claude LE MILBEAU[1], Roland BENOIT[3], Ida DI CARLO[1], Florence QUESNEL[1,2] ,Christian DI GIOVANNI[1]

(1) Institut des Sciences de la Terre d'Orléans, ISTO, UMR 7327 du CNRS/INSU, Université d'Orléans, BRGM, 1A rue de la Férollerie, 45071 Orléans, France.
(2) BRGM, 45060 Orléans Cedex 2, France.
(3) CRMD, 1B rue de la Férrolerie, 45071 Orléans, France.
(@) julie.ghirardi@univ-orleans.fr

Les varves, lamines, rythmites, parfois observées dans les sédiments lacustres peuvent résulter de forçages saisonniers, solaires ou orbitaux (Glenn et Kelts, 1991). La sédimentation argileuse Eocène-Oligocène du bassin de Rennes est caractérisée par un faciès laminé dont la signification temporelle reste à déterminer. L'objectif de ce travail est d'identifier les mécanismes à l'origine de cette fabrique laminée et de déterminer si ceux-ci sont différents entre l'Eocène et l'Oligocène.

Afin d'y parvenir une analyse élémentaire à très haute résolution a été effectuée sur des portions laminées à l'XRF Core Scanner du laboratoire EDYTEM (Chambéry). Une analyse d'image a été réalisée sur ces même portions afin d'en extraire les niveaux de gris. Ces derniers ne présentent pas de corrélation significative avec les teneurs en éléments majeurs (Fe, S, Al, Si). Pour les lamines les plus fines, la cartographie chimique réalisée au Microscope Electronique à Balayage ne montre pas non plus de distribution significative des éléments selon une fabrique laminée. Les lamines visibles à l'œil nu ne sont donc pas le reflet de la composition minéralogique des échantillons.

L'analyse spectrale de Fourier des niveaux de gris et des teneurs en éléments permet pourtant de détecter de nombreux cycles, avec un niveau de confiance de 95%. D'autres analyses spectrales, réalisées sur les niveaux de gris et sur le signal gamma ray du forage, sur des portions pluri-centimétriques à métriques permettent d'obtenir une gamme allant des basses fréquences aux très hautes fréquences. Les plus basses fréquences sont rattachées à celles attribuées à un contrôle orbital (Boulila, *comm. pers.*). Par déduction, les plus hautes fréquences détectées pourraient correspondre à un contrôle solaire. Des spectrogrammes d'amplitude seront réalisés afin de déterminer quelles sont les fréquences dominantes, et ce pour l'Eocène et pour l'Oligocène.

Ce travail suggère donc qu'il existe une influence de cycles solaires dans la genèse des lamines qui n'est pas portée par le signal minéralogique. Des analyses par ToF-SIMS sont engagées afin de cartographier la distribution des molécules organiques dans ces faciès laminés.

Glenn C.R. and Kelts K. 1991. Sedimentary rhythms in lake deposits. In: Einsele G., Ricken W. and Seilacher A. (eds), Cycles and Events in Stratigraphy. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp. 188–221.

# LES GISEMENTS STRATIFORMES DE FLUORINE DE LA BORDURE SUD-EST DU BASSIN DE PARIS (MORVAN) : PARAGENESE, ELEMENTS TRACES ET ISOTOPES SR-ND

Morgane GIGOUX[(1,2,@)], Benjamin BRIGAUD[(1)], Guillaume DELPECH[(1)], Maurice PAGEL[(1)], Thierry AUGE[(2)], Catherine GUERROT[(2)], Setareh RAD [(2)]

(1) Université Paris-Sud, UMR CNRS 8148 IDES, bât. 504, 91405 Orsay-France
(2) BRGM, 3 avenue Claude-Guillemin –BP 36009- 45060 Orléans Cedex 2 -France
(@) morgane.gigoux@u-psud.fr

Cette étude concerne quatre gisements (Pierre-Perthuis, Marigny-sur-Yonne, Courcelles-Frémoy et Antully) et trois gîtes (Chitry-les-Mines, Saint-André-en-Terre-Plaine et Guipy) de fluorine localisés dans le Morvan. Des séquences paragénétiques détaillées de chaque gisement et une chronologie relative entre les principales phases minérales ont été mises en évidence. Les observations montrent des zones de croissance et des motifs caractéristiques pour chaque génération de fluorine associées à d'autres phases minérales (barytine, sphalérite, galène, pyrite, calcite, azurite, malachite, quartz). Des phases de silicification, plus ou moins intenses, ont également été reconnues. A Pierre-Perthuis, la première génération de fluorine Fl1 se présente sous la forme de fluorine violette microcristalline, la deuxième Fl2 sous la forme de petits cristaux automorphes blanchâtres à brunâtres (environ 500µm) et la dernière Fl3 sous la forme de cristaux automorphes centimétriques translucides avec parfois la présence d'une bordure violette en fin de cristallisation. La première phase majeure de silicification par du quartz microcristallin se développe après la deuxième génération de fluorine Fl2 dans un encaissant sédimentaire à l'origine dolomitique. Pour le gisement dans les grès d'Antully, les premières phases de silicification marquées par des surcroissances de quartz et du micro-quartz, précipitent avant les phases majeures de fluorine qui cristallisent au sein de la porosité résiduelle intergranulaire.

Des analyses géochimiques en solution (ICP-MS) et ponctuelles (LA-ICP-MS) ont permis de caractériser les générations de fluorine en utilisant les éléments traces en relation avec les descriptions pétrographiques. Les données d'éléments majeurs/traces et terres rares + yttrium (ETR + Y), obtenues sur trois gisements (Pierre-Perthuis, Marigny et Antully), montrent des variations importantes des concentrations de U (0,01 à 11ppm), Th (0,01 à 12 ppm), Sr (33 à 283 ppm), Ba (0,4 à 278 ppm) et du rapport U/Th (0,2 à 10,8) au sein des cristaux de fluorine. Concernant les ETR, des différences existent dans les concentrations avec 57 ppm en moyenne pour la fluorine de Pierre-Perthuis contre 140 ppm pour celle d'Antully et un profil «en cloche» semble caractériser les cristaux de fluorine du Morvan. Les données isotopiques du strontium ($^{87}Sr/^{86}Sr$= 0,7119 à 0,7134) sont incompatibles avec une signature d'eau de mer et celles du néodyme montrent des variations significatives.

L'étude des inclusions fluides dans les cristaux de fluorine de Pierre-Perthuis indique deux gammes de température. Pour les cristaux translucides Fl3 précipités dans une géode située au sein de la dolomie silicifiée, les températures d'homogénéisation (Th) varient entre 80-100°C. Un cristal translucide Fl3 à bordure violette, prélevé dans une géode située à la transition paléo-arène granitique/dolomie silicifiée, montre des Th plus élevées entre 190-220°C pour des salinités plus élevées. Ces cristaux appartiennent à une même génération mais ont précipité dans deux zones différentes du gisement. La comparaison entre ces données microthermométriques des cristaux de fluorine de Pierre-Perthuis avec l'histoire thermique du bassin montre qu'un évènement de circulation fluide hydrothermal est nécessaire, et que des apports localisés de fluides peuvent être envisagés.

Des datations Sm-Nd et (U-Th)/He sur les cristaux de fluorine de Pierre-Perthuis sont en cours afin de contraindre l'âge de mise en place des minéralisations.

# HISTOIRE DES ACTIVITES AGRO-PASTORALE ET DES PAYSAGES DE MONTAGNE REVELE PAR L'ADN SEDIMENTAIRE LACUSTRE

Charline GIGUET-COVEX[(1,2,@)], Johan PANSU[(1)], Jérôme POULENARD[(2)], Fabien ARNAUD[(2)], Pierre SABATIER[(2)], Bajard MANON[(2)], Fernand DAVID[(3)], Anne-Lise DEVELLE[(2)], Cécile PIGNOL[(2)], Philippe CHOLER[(1)], Pierre TABERLET[(1)]

(1) LECA, Université J. Fourier, CNRS, 38400 St Martin d'Hères
(2) EDYTEM, Université de Savoie, CNRS, Pôle Montagne, 73370 Le Bourget du Lac
(3) CEREGE, Université Aix-Marseille, 13545 Aix en Provence Cedex 4, France
(@) charlinegiguet@gmail.com

L'homme est aujourd'hui reconnu comme un agent géologique majeur en raison des impacts multiples de ses activités sur les différents compartiments du système Terre[1]. Son empreinte sur l'environnement s'est considérablement accentuée il y a 10 000 à 7 000 ans avec la généralisation de l'agro-pastroralisme. De nombreuses études ont été éffectuées à partir d'archives sédimentaires lacustres pour documenter les interactions entre ces activités humaines, les changements de paysages et la dynamique de l'érosion. Cependant, le milieu étant aussi affecté par les changements climatiques, il est souvent difficile de distinguer les effets du climat de ceux des activités humaines. Ceci est d'autant plus complexe en milieu de montagne en raison de nos connaissances encore limitées sur l'histoire des pratiques humaines. En effet, le matériel archéologique est souvent mal préservé et les paleoenvironnementalistes manquent encore d'indicateurs pour rendre compte de la diversité des pratiques agro-pastorales.

Nous proposons alors l'utilisation d'un nouvel outil, l'ADN sédimentaire lacustre pour retracer à la fois la dynamique des espèces cultivées, des animaux domestiques, des cortèges spécifiques associés à ces pratiques agraires et les modifications des paysages en lien avec ces pratiques et/ou les changements climatiques. De plus, pour documenter les effets de ces pratiques sur l'érosion des sols, nous couplons ces analyses avec des données sédimentologiques. Trois lacs de différents terroirs dans les Alpes du Nord ont été choisi pour notre étude : la Thuile (875 m asl, Massif des Bauges), Anterne (2063 m asl, Réserve Naturelle de Haute Savoie) et la Muzelle (2099 m asl, Parc Nationnal des Ecrins). Les premiers résultats sur le Lac d'Anterne montrent que les principales phases d'activités pastorales ont eu lieu entre 400 av. et 100 ap. J.-C. (fin de l'Age de Fer/début de l'Antiquité), autour de l'an 1000 et entre 1200 et 1800 ap. J.-C. (Moyen Age/ Epoque Moderne). Elles sont caractérisées par la présence de troupeaux mixtes ovins/bovins, excepté à partir de 1200 ap. J.-C., où seul de l'ADN de bovin est détecté[2]. Ce changement de pratique est également attesté par les textes, dans les Alpes françaises et Suisses[3]. Au cours de l'Antiquité, l'activité pastorale et la déforestation associée a conduit à la crise érosive majeure de tout l'Holocène[4]. L'ADN sédimentaire lacustre apparaît donc comme un outil prometteur pour accéder à une histoire détaillée des pratiques humaines et de leurs effets sur le milieu. Sur le Lac de La Thuile, les pollens révèlent déjà l'apparitions de pratiques pastorale et de culture importantes, en lien avec une crise érosive, il y a 1500 ans. Les analyses ADN permettront alors d'afiner ces résultats en fournissant une image plus précise des changements de pratiques d'élevage et de culture. Enfin, l'histoire des pratiques pastorales dans le bassin versant du Lac de la Muzelle, pourra être comparée à celle obtenue sur le Lac d'Anterne, également située dans l'étage subalpin.

1- Crutzen, P. J. *Nature* **415**, 23 (2002).
2- Giguet-Covex, C. *et al. Nat. Commun.* (en révision).
3- Carrier, N. & Mouthon, F. *Presses universitaires de Rennes*, ISBN 978-2-7535-1091-3, 420 pp (2010).
4- Giguet-Covex, C. *et al. The Holocene* **21,** 651–665 (2011).

# FOCUSED FLUID-FLOW PROCESSES THROUGH HIGH-RESOLUTION BATHYMETRIC, 2D SEISMIC AND CHIRP DATA FROM THE SOUTHERN PARTS OF THE BAY OF BISCAY, FRANCE

Hervé GILLET[1,@], Catherine BAUDON[1], Michel CREMER[1], Guillaume RAPINAT[1]

(1) University of Bordeaux 1, UMR CNRS 5805 EPOC - OASU - Université Bordeaux 1
Avenue des Facultés - 33405 TALENCE CEDEX - FRANCE
(@) h.gillet@epoc.u-bordeaux1.fr

High-quality bathymetric, 2D seismic and Chirp data located in the southern parts of the Bay of Biscay (NE Atlantic), collected by the University of Bordeaux, have recently been compiled. The dataset revealed a large number of key seafloor features potentially associated with focused fluid-flow processes and subsurface sediment-remobilization. The survey area widely covers the Capbreton Canyon, which lies on the boundary between two major structural zones: the Aquitanian passive margin to the North, and the Basque–Cantabrian margin to the South which lies above the offshore extension of the Pyrenean front. This study analyses the geometrical and dynamic relationships between seafloor features, deeper structures and fluid migration through the Plio-Quaternary sedimentary pile. The characteristics and mechanisms of formation of four main groups of seabed features have been investigated. (i) A 150km2 field of pockmarks can be observed on the Basque margin. These features are cone-shaped circular or elliptical depressions that are either randomly distributed as small pockmarks (diameter < 20m) or aligned in trains of large pockmarks (ranging from 200 to 600m in diameter) along shallow troughs leading downstream to the Capbreton Canyon. Seismic data show that most pockmarks reach the seabed through vertically staked V-shaped features but some are buried and show evidence of lateral migration through time. Surprisingly, benthic fauna analysis, sediment cores and SCAMPI in-situ videos show no clear evidence of present day activity for this pockmark field. (ii) A second field of widely-spaced groups of pockmarks pierces the upper slope of the Aquitanian Margin. These depressions are typically a few hundred meters in diameter and seem to be preferentially located in the troughs or on the stoss sides of sediment waves. (iii) Several trains of small circular depressions are distributed along narrow channels that are up to 70 km in length and run downslope the south-western sides of the marginal Landes Plateau. Comparison with similar features from the Brazilian Margin allows us to interpret them as rather linked to confined sediment-waves than resulting from fluid expulsions (iv) The dataset also revealed isolated mega-pockmarks located on the Landes Plateau. These 1,5 km-wide circular depressions exhibit a convex upward central part and show no clear evidence of fluid migration pathways. However, collapsed strata within the infill sediments suggest that the structure is related to fluid expulsion. Interestingly, our results show that the base level of initiation for many of these features corresponds to a transition in seismic facies that is also marked by a seismic unconformity. This boundary can be interpreted as reflecting drastic changes in the sedimentary record related to an important transition in climatic cycles (i.e. base of Quaternary or Mid Pleistocene Revolution).

# UTILISATION DES PALÉOSOLS CARBONATÉS POUR LES RESTITUTIONS PALOÉNVIRONNEMENTALES ET PALÉOCLIMATIQUES, EXEMPLE DU BASSIN DE DIGNE-VALENSOLE AU MIOCÈNE.

Thomas GILLOT[1,@], Isabelle COJAN[1]

(1) Centre de Géosciences de Mines-ParisTech, Equipe Sédimentologie, 35 Rue St Honoré 77300 Fontainebleau
(@) thomas.gillot@mines-paristech.fr

Le Miocène inférieur (-23 à -16 Ma) est une période marquée par l'installation de la calotte glaciaire antarctique accompagnée d'une succession de coups de froids (événements de Miller). La réponse à ces changements climatiques est bien connue dans le domaine marin, mais les données sont rares dans le domaine continental. Elles proviennent exclusivement d'études paléontologiques de restes conservés en milieux réducteurs (lacs, marécages). De part leur formation en contact direct avec l'atmosphère, les paléosols constituent des objets uniques pour restituer le paléoclimat.

Le bassin de Digne-Valensole est constitué de dépôts continentaux de cette période et de nombreux paléosols y sont préservés. Ceux-ci ont été étudiés par des méthodes sédimentologiques de terrain et géochimiques in situ ou en laboratoire, qui permettent de les identifier comme des calcisols formés sur des dépôts de plaine d'inondation.

Des climo-fonctions reliant leur morphologie aux paramètres climatiques indiquent des paléoprécipitations annuelles moyennes de l'ordre de 600 mm/an et une saisonnalité aux alentours de 42 mm/an, alors que les études floristiques révèlent des précipitations comprises entre 1200 et 1300 mm/an [1]. Ces conditions xériques sont confirmées par l'étude de la composition isotopique des nodules de $CaCO_3$ pédogéniques, la valeur de $\delta^{13}C$ étant supérieure à la gamme normale observée pour les plantes en C3.

Actuellement, ce type de sols se développe en climat méditerranéen semi-aride, avec des MAP comprises entre 350 et 800 mm/an. L'étude d'analogues actuels d'Espagne, l'application du principe d'actualisme et les études décrites précédemment convergent donc vers l'idée d'une variabilité climatique plus importante que ce qui était reconnu jusqu'alors. Une variabilité climatique à plus grande échelle est également mise en évidence par les alternances de dépôts fluviatiles (aggradation) et de paléosols (stabilité).

[1] Mosbrugger V., Utesher T. and Dilcher D.L., 2005. Cenozoic continental climatic evolution of Central Europe. PNAS, vol. 102, no 42, 14964-14969.

# APPORT DE L'ÉTUDE DES PALÉOSOLS DE PLAINE D'INONDATION DANS LA COMPRÉHENSION DE LA DYNAMIQUE DES SYSTÈMES FLUVIATILES, EXEMPLE DU MIOCÈNE DU BASSIN DE DIGNE-VALENSOLE.

Thomas GILLOT[1,@], Isabelle COJAN[1]

(1) Centre de Géosciences de Mines-ParisTech, Equipe Sédimentologie, 35 Rue St Honoré 77300 Fontainebleau
(@) thomas.gillot@mines-paristech.fr

Une plaine d'inondation est une zone relativement plane où serpente un ou plusieurs cours d'eau. Lorsque ceux-ci débordent, l'eau se répand dans la plaine, créant des zones humides dans les dépressions en bordure des rivières et transportant des sédiments. Ceux qui se déposent sur les hauts topographiques ou assez loin du chenal vont rapidement être exposés aux agents atmosphériques et subir une altération conduisant à de la pédogenèse. En effet, dans ce type d'environnement, la formation des sols qui nécessite une phase de stabilité environnementale est étroitement liée à la géométrie du paysage.

L'étude des profils pédologiques préservés dans les séries sédimentaires anciennes et de leurs relations avec les dépôts fluviatiles ou lacustres (argiles, silts, sables, calcaires) peuvent donc nous permettre d'accéder à des informations paléoenvironnementales précieuses.

L'analyse sédimentologique, minéralogique et géochimique des paléosols du Miocène inférieur du bassin de Digne-Valensole nous permet de caractériser leur maturité et leur position dans la plaine d'inondation relativement aux chenaux, offrant ainsi des aperçus 3D de l'environnement d'alors. Il est également possible de suivre son évolution sur l'intervalle temporel représenté, à savoir -23,3 à -20,9 Ma (données chimiostratigraphiques). En effet, à échelle régionale sont observables des alternances de phases de pédogenèse dominante (successions et superpositions de paléosols) liées à des phases de stabilité sédimentaires et de phases d'aggradation importantes (dépôts fluviatiles épais). Ces variations verticales de faciès illustrent la réponse des systèmes fluviatiles face aux changements environnementaux et climatiques survenus au Miocène inférieur (installation de la calotte glaciaire antarctique, événements de Miller).

**Figure 1 :** Photographie de la partie médiane de la coupe de Font d'Eygout (Bassin de Digne-Valensole). Transition entre un paléosol (niveau rouge) à horizon pétrocalcique (blanc, massif, au centre de la photographie) et des dépôts sableux (gris) fluviatiles.

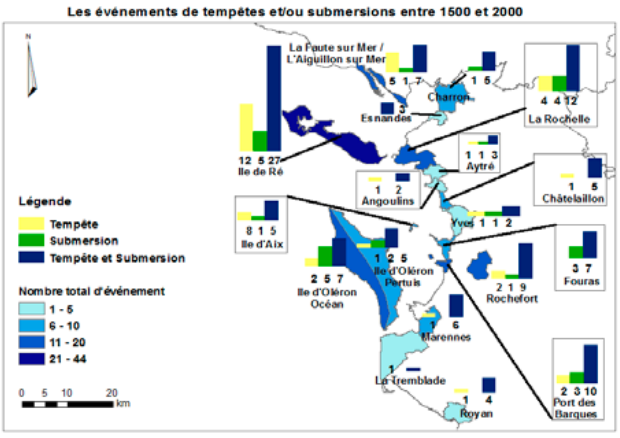
# TEMPÊTES ET SUBMERSIONS MARINES ENTRE 1500 ET 2000 (LE CAS DES COTES DE LA GIRONDE ET LA VENDÉE)

Nathalie GILOY[1,@], Jean-François BREILH[1], Eric CHAUMILLON[1], Thierry SAUZEAU[2], Xavier BERTIN[1], Jean-Luc SCHNEIDER[3]

(1) Université de La Rochelle, UMR CNRS 7266 LIENSs, 2 Rue Olympe de Gouges, 17000 La Rochelle, FRANCE
(2) EA 4270 CRIHAM, 8, rue René Descartes, 86022 Poitiers cedex, FRANCE
(3) UMR 5805 EPOC – OASU, Université Bordeaux 1, Avenue des Facultés 33405 Talence cedex, FRANCE
(@) eric.chaumillon@univ-lr.fr

Les submersions marines, qu'elles soient provoquées par des tsunamis ou des surcotes sont des catastrophes naturelles qui affectent de nombreuses régions côtières du monde et qui peuvent entraîner des milliers de morts ainsi que des dommages matériels considérables. Le territoire côtier entre Vendée et Gironde est un laboratoire naturel exceptionnel pour les études des submersions marines. En effet, il comprend les plaines côtières parmi les plus vastes de France et les plus vulnérables aux submersions, avec 45 à 50 % de la bande côtière d'une largeur de 10 km située sous le niveau des pleines mers de vives-eaux. Cette vulnérabilité s'explique en partie parce qu'il s'agit du plus vaste site de poldérisation en France. Deux tempêtes récentes (Martin, 1999 et Xynthia, 2010) y ont généré des submersions de grande ampleur, ce qui a permis d'obtenir des données très précises sur l'extension (Breilh et al., 2013) de ces phénomènes et sur les processus physiques qui les génèrent (Bertin et al., 2012).

Cette contribution présente une analyse rétrospective des évènements passés par l'identification des submersions marines lors des derniers siècles selon une approche couplée, combinant archives historiques, sédimentologie et modélisations numériques. Les résultats préliminaires des recherches historiques montrent qu'entre entre les années 1500 et 2000, 78 tempêtes, dont 46 tempêtes associées à des submersions marines ont frappé ce territoire. Au 20° siècle, deux autres tempêtes (1924 et 1957) ont produit des submersions comparables à celle de Xynthia. La submersion produite par Xynthia n'est donc pas un évènement unique dans l'histoire. Les dépôts de tempêtes, obtenus par carottages dans des marais côtiers d'arrière barrière montrent une forte variabilité, qui suggère un enregistrement sédimentaire dépendant à la fois du type d'événement mais aussi du contexte de mise en place.




*Quantification du nombre de tempêtes et submersions, par territoire, entre la Gironde et la Vendée de 1500 à 2000*

Bertin, X., Bruneau, N., Breilh, J.-F., Fortunato, A.B., Karpytchev, M., 2012.. *Ocean Model*. 42, 16–30.
Breilh, J.F., Chaumillon, E., Bertin, X., Gravelle, M., 2013. *Nat. Hazards Earth. Syst. Sci.* 13, 1-18.

# COMBINAISON DES ANALYSES MORPHOLOGIQUES ET GEOCHRONOLOGIQUES DES ZIRCONS POUR LES ÉTUDES DE PROVENANCE. SOURCES DE LA FORMATION SAINSHAND (MONGOLIE)

Anna GINÉ [1,2,@], Bertrand SAINT-BÉZAR[1], Antonio BENEDICTO[2]

(1) Interaction et Dynamique des Environnements de Surface (IDES, UMR 8148), Université Paris Sud XI-Orsay
(2) AREVA Mines, Direction des Géosciences
(@) anna.gine-sanchez@u-psud.fr

Les études de provenance permettent d'identifier les sources détritiques et d'interpréter l'évolution tectono-sédimentaire des bassins. Cette étude propose une approche intégrée sur la formation Sainshand, afin de cibler les sources potentielles de cette unité détritique qui encaisse des minéralisations d'uranium. Les analyses sont basées à la fois sur la classification morphologique (Pupin, 1980) et la datation U/Pb (LA-ICPMS) de zircons.

Le secteur d'étude correspond aux sous bassins d'Unegt et de Zuunbayan, localisés au SE de la Mongolie. Ils font partie d'une série de bassins intracontinentaux développés durant un événement extensif majeur qui a affecté le centre et l'est de l'Asie du Jurassique Supérieur au Crétacé. La mise en place de la formation Sainshand se fait au Crétacé Supérieur pendant la phase de subsidence thermique post-rift sous un régime de légère transtension le long de la faille de Zuunbayan. Son rejeu en transpression lors du Tertiaire est responsable de l'inversion tectonique donnant la configuration géographique actuelle en deux sous bassins. Le socle ancien résulte de l'accrétion de terrains d'âges du Précambrien jusqu'au Permien (Lamb et Badarch, 1997), comprenant principalement des arcs insulaires, des blocs continentaux, des bassins d'arrière arc et des prismes d'accrétion. Actuellement, les reliefs qui séparent les bassins présentent une association lithologique complexe témoin de l'amalgame du magmatisme Mésozoïque avec le socle ancien.

Trois sites forés ont été sélectionnés pour un échantillonnage de sables en carotte. La comparaison entre les différents sites à pour objectif de distinguer deux modes de remplissage : (1) une double provenance depuis le nord pour le sous bassin d'Unegt et depuis le sud pour le sous bassin de Zuunbayan (2), d'une provenance unique pour les deux sous bassins. Des échantillons des massifs cristallins environnants ont été également intégrés à l'étude afin de compléter les rares données régionales disponibles.

L'étude morphologique met en évidence une dispersion de types de zircons, suggérant un mélange de sources détritiques de propriétés géochimiques distinctes. Les deux sous bassins présentent une population de zircons similaires, indiquant une provenance commune vers un bassin unique au Crétacé Supérieur. Les datations U/Pb montrent une distribution bimodale avec des âges centrés sur les 120Ma et les 270-300Ma, ce qui confirme l'idée d'un mélange de sources détritiques dans le bassin. Le croisement de ces résultats avec ceux issus de l'étude des massifs cristallins sera présenté, et les sources détritiques potentielles discutées.

Pupin, J. P., 1980, Zircon and granite petrology. Contributions to Mineralogy and Petrology 73, 207–220
Lamb, M. A., Badarch, G., 1997, Paleozoic sedimentary basins and volcanic-arc systems of southern Mongolia; new stratigraphic and sedimentologic constraints, Int. Geol. Rev. 39 , 542–576

# LATE ORDOVICIAN POSTGLACIAL TRANSGRESSIVE STRATA: A RECORD OF THE GLACIO-ISOSTATIC REBOUND ?

Flavia GIRARD[1,@], Jean-François GHIENNE[2], Jean-Loup RUBINO[3]

(1) Géosciences Montpellier, place Eugène bataillon, 34095 Montpellier cedex 5.
(2) Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre, Institut de Physique du Globe de Strasbourg, UMR 7516 CNRS, Université de Strasbourg, 1 rue Blessig, 67084 Strasbourg,
(3) Total S.A., CSTJF, Avenue Larribau 64018 Pau Cedex.
(@) flavia.girard@gmail.com

In the Late Ordovician, a continental-scale ice sheet extended over the north Gondwana platform (Ghienne et al., 2007). The resulting glaciogenic successions are well described as they constitute the most important petroleum reservoirs of the Saharan and Arabic fields (Davidson et al., 2000). This study focuses on postglacial transgressive strata, which stratigraphically follow the glaciogenic sequences and precedes deposition of the Silurian shale source rocks (Beuf et al., 1971; Moreau, 2011). The strata consist of transgressive depositional systems contemporaneous of overall ice-front retreat and sea-level rise due to global deglaciation.

The study was carried out in southwest Libya, Tihemboka area. Here, postglacial accommodation is controlled by the development of transgressive systems around inherited palaeo-topographies corresponding to (i) up to 100 m high ridges and troughs parallel to the ice flows, (ii) a glaciogenic depocenter consisting of a fluvioglacial deltaic wedge that fills glacial troughs (Girard et al., 2012a & b), and results in up to 40 km wide and 60 km long palaeo-high oriented parallel to the retreating ice fronts, showing preserved northward dipping low-angle clinoform geometries (topset-foreset-bottomsets), and (iii) a last glacial erosion surface resulting in 20 m deep underfilled depressions at the top of the the southern part of the palaeo-high.

This inherited topographic scheme constrained the development of transgressive erosional surfaces and diachronous depositional systems in which seven facies associations are documented corresponding to offshore, shoreface to tidal and restricted marine depositional environments. According to their location, distinct architectures have been documented. Northward of the deltaic wedge an open marine domain and wave-dominated transgressive sedimentation developed, succeeding to the last deltaic clinoform. Here, intertidal beaches developed 40 m lower than the last topset-foreset transition. Southward, where underfilled glacial depression prevailed, a restricted shallow-marine tidal-dominated system developed including tidal inlets, and in place followed by Silurian shales. In between, i.e. on top of the palaeo-high, the domain is primarily considered as a peninsula during initial sea level rise, before being later flooded and winnowed by tidal processes generating subtidal dunes. Such architecture shows that relative sea level falls drastically after abandonment of the deltaic wedge but before aggradation of the transgressive strata. The amplitude of this forced regression, during a period of ice-front recession and postglacial sea-level rise, and in a tectonically quiescent area, is interpreted as the signature of the glacio-isostatic rebound.

# POSSIBLES CANDIDATS POUR DES VALLÉES TUNNEL SOUS-GLACIAIRES DANS LES BASSES ET MOYENNES LATITUDES DE MARS

Marine GOURRONC[1,@], Olivier BOURGEOIS[1], Stéphane POCHAT[1]

(1) Laboratoire de Planétologie et de Géodynamique de Nantes, CNRS, Université Nantes, Nantes, France.
(@) marine.gourronc@univ-nantes.fr

Nous étudions les vallées dans les basses et moyennes latitudes martiennes et avons mesurés leur profil longitudinal, leur profondeur ainsi que leur largeur grâce aux données MOLA (Mars Orbiter Laser Altimeter) PEDR (Precision Experiment Data Record) fournies par la sonde MGS (Mars Global Surveyor). Nous avons trouvés des vallées que l'on pourrait qualifier d'« anormales » possédant une largeur relativement constante de l'amont vers l'aval ainsi qu'un profil longitudinal ondulé et très peu de vallées tributaires associées. Ces caractéristiques géométriques sont semblables aux vallées tunnel terrestres qui se forment sous une couche de glace. La nature ondulée des profils longitudinaux de vallées tunnel terrestres est due à l'érosion induite par l'eau de fonte qui circule sous la pression de la glace sus-jacente. L'observation de tels profils longitudinaux sur Mars pourrait indiquer une origine sous-glaciaire pour ces vallées « anormales ». Une telle origine pour certains réseaux de vallées martiennes est en accord avec les modèles numériques du climat martien basés sur les caractéristiques atmosphériques actuelles qui prédisent des accumulations massives de glace au niveau de l'équateur martien en réponse aux changements orbitaux.

# IMPACT IN SITU DE L'ACIDIFICATION DES OCEANS SUR LE PROCESSUS DE DISSOLUTION BIOGENIQUE DES SUBSTRATS CALCAIRES : CAS D'ETUDE A ISCHIA (ITALIE)

Julie GRANGE[1,@], Riccardo RODOLFO-METALPA[2,3], Aline TRIBOLLET[1]

(1) LOCEAN-IPSL, UMR UPMC/CNRS/IRD/MNHN, Paleoproxus, Centre IRD France-Nord, 93143 Bondy
(2) Marine Biology and Ecology Research Centre, School of Marine Science & Engineering, University of Plymouth, PL4 8AA UK
(3) Centre IRD de Nouméa, UR COREUS 2, BP A5, 98848 Nouméa Cedex, Nouvelle-Calédonie
(@) julie.grange@locean-ipsl.upmc.fr

L'utilisation des gaz et carburants fossiles a conduit à l'augmentation de 40% des teneurs en dioxyde de carbone ($CO_2$) dans l'atmosphère depuis l'ère préindustrielle. Du fait de l'équilibre des gaz entre les compartiments atmosphérique et océanique, environ 30% de ce $CO_2$ est absorbé par l'océan provoquant l'acidification des océans (diminution de pH).

Cette acidification affecte non seulement les organismes calcifiants tels que les coraux, les mollusques et les algues calcaires, mais aussi les organismes non calcifiants comme les macroalgues et le phytoplancton. Ce facteur affecte également des organismes moins connus mais qui jouent un rôle majeur dans la dissolution biogénique des substrats calcaires (ou microbioérosion) : les microbioérodeurs ou microperforants. Ils comprennent des cyanobactéries, des microalgues et des champignons. Ils sont essentiellement filamenteux et creusent activement des galeries dans les substrats calcaires. Ces organismes sont particulièrement actifs dans les substrats morts tels que les squelettes coralliens ou les sédiments et participent à leur diagénèse précoce.

Récemment, des expériences menées en aquarium et à court terme ont montré que l'augmentation de la teneur en $CO_2$ dans l'eau de mer ($pH_T$ entre 8,2 et 7,65) stimule la croissance des microperforants dans des squelettes coralliens, et donc augmente les taux de dissolution biogénique. Qu'en est-il en milieu naturel et dans d'autres substrats carbonatés? Du fait de résurgences volcaniques riches en $CO_2$ le long d'une de ses côtes, l'île d'Ischia en Italie offre une zone d'étude importante pour observer et quantifier les effets *in situ* de l'acidification des océans sur les organismes microperforants et les taux de dissolution biogénique associés. Ainsi, des coquilles aragonitiques de *Callista* sp. ont été placées au niveau de 3 sites situés le long d'un gradient de $pH_T$ (8,01 à 7,05) à Ischia en 2009. Après 6 mois d'exposition à la colonisation, les coquilles ont été collectées puis analysées au laboratoire (lames minces, observations au microscope électronique à balayage (MEB) et microscope optique). Les taux de dissolution biogénique ont été quantifiés sur la base (1) du pourcentage de la surface bioérodée, obtenu après observation au MEB, et (2) les profondeurs de pénétration des filaments des microbioérodeurs mesurées en microscopie optique.

Cette étude montre que des pH compris entre 7,21 et 7,05 engendrent une diminution significative de l'activité bioérosive des microperforants. En effet le taux moyen de dissolution biogénique des coquilles passe d'environ 7,7 $g.m^{-2}.an^{-1}$ pour un $pH_T$ de 8,01 à 1,3 $g.m^{-2}.an^{-1}$ pour le $pH_T$ de 7,21. A $pH_T$ inférieur à 7,21, l'état de saturation en aragonite ($\Omega$) était proche ou inférieur à 1 durant de longues périodes ce qui a entraîné la dissolution chimique de la surface des coquilles. La dissolution chimique des coquilles a empêché le développement en profondeur des communautés microperforantes dans les substrats. Ce résultat est en opposition avec les études précédentes réalisées avec des pH supérieurs à 7,65. Notre étude montre qu'une acidification intense des océans (i.e., pH < 7,65) pourrait ralentir la dissolution des substrats calcaires par les microperforants.

# ARCHITECTURE AND SEQUENTIAL ANALYSIS OF A HIGHLY-PROGRADATIONAL SYNTECTONIC DELTAIC SYSTEM: THE SOBRARBE DELTA COMPLEX (EOCENE, SOUTH PYRENEAN FORELAND BASIN, SPAIN)

Nicolas GRASSEAU[(1,2,3,@)], Sophie PRUNIER-DUPARGE[(1,3)], Philippe RAZIN[(1)], Miguel LOPEZ-BLANCO[(2)], Pau ARBUES[(2)]

(1) Ecole Nationale Supérieure en Environnement, Géoressources et Ingénierie du Développement durable, 1 Allée Daguin 33607 Pessac cedex, France.
(2) Departament d'Estratigrafia, Paleontologia i Geociències Marines, Universitat de Barcelona, Carrer de Martí i Franquès 08028 Barcelona, Spain.
(3) TOTAL Centre Scientifique et Technique Jean Feger, Avenue Larribau, 64000 Pau, France.
(@) Nicolas.Grasseau@free.fr

The Sobrarbe delta complex represents the late fill of the piggy-back stage of the Aínsa basin. This fluvio-deltaic system, fed from the erosion of the Pyrenean reliefs, results in the overfilling of the basin after a stage characterized by deeper water sediments. The main objectives of this research are to study the Sobrarbe formation from the sedimentological, architectural and sequential point of view in order to improve the understanding of its tectono-sedimentary evolution from middle Lutetian to early Bartonian.

The present work shows the early results of a PhD in progress, initially based on field work (more than 30 stratigraphic logs and a detailed geological map) along the western limb of the N-S trending Buil syncline which offers continuous and extensive outcrops. A total of 28 sedimentary facies have been distinguished and grouped in 6 main facies associations (depositional environments): upper delta plain, lower delta plain, delta front, prodelta and carbonate platform. A S-N proximal to distal section has been built from log correlation, integrating photomosaic interpretation and geological map data, as well as available magnetostratigraphy and biostratigraphy. Preliminary results exhibit 3 orders of sequential arrangement illustrated by the architecture of transitional facies belts that punctuate the general, more than 15km, northwestwards progradation of the delta complex. The high-frequency sequences (about 10 to 20 kyr) of few tens of meters thick depict hectometric to kilometric-scale horizontal displacements of the shoreline. The intermediate frequency sequences (roughly 150 kyr) are close to 100 m thick and show variations on the stacking pattern of high-frequency sequences (e.g, retrogradational to progradational, aggradational to highly progradational). The low frequency sequences (nearly 1Myr) are several hundreds of meters thick, including transgressive and regressive sequence sets, depicting kilometric-scale (5 to 15 km) displacements of the shoreline. Moreover, there have been distinguished two sorts of sequence boundaries depending on their erosive character. Very erosive sequence boundaries are characterized in proximal parts by metre-scale channel incision surfaces and in distal parts by decametre-scale incision associated to submarine erosion surfaces. Slight erosive sequence boundaries are characterized by an abrupt basinward shift of shallow water facies associations with no relevant incision features associated.

Preliminary subsidence analysis results indicate low subsidence rates during the studied interval. These low rates would have favoured the development of erosive sequence boundaries in response to eustatic or tectonic induced relative sea level falls. However, the syntectonic character on the delta complex, developed on top of a series of growth folds, implies local subsidence variations that may complicate the sequential arrangement of the succession. Further work in the eastern flank of the Buil syncline will result in a 3D knowledge of the complex and will serve to distinguish between local (growth fold influenced) and regional architectural arrangement.

# INFLUENCE DES FACTEURS HYDRODYNAMIQUES SUR LA RÉPARTITION ET L'ÉVOLUTION MORPHO-SEDIMENTAIRE : EXEMPLE DE LA RADE DE BREST (FINISTERE)

Gwendoline GREGOIRE[1,@], Axel EHRHOLD[1], Gwénaël JOUET[1], Claude AUGRIS[1], Laure SIMPLET[1], Pascal LE ROY[2], Thierry GARLAN[3]

(1) Ifremer, Technopôle Brest-Iroise, département Géosciences marines – BP. 70 29280 Plouzané
(2) Institut Universitaire Européen de la Mer, Technopôle Brest-Iroise – 29280 Plouzané
(3) SHOM, Centre Hydrographique, BP426, 29275, Brest
(@) Gwendoline.gregoire@ifremer.fr

Dans les environnements macro et méga-tidaux, l'influence des vagues est généralement considérée comme négligeable dans le bilan sédimentaire. Cependant, de plus en plus d'auteurs prennent en considération l'agitation induite par les houles océaniques car elles contribuent à une remobilisation et un transfert des sédiments vers la côte ; les figures sédimentaires engendrées renseignent sur la direction de transports résiduels. L'embouchure de la rade de Brest, ouvert sur la mer d'Iroise, est un secteur particulièrement dynamique soumis à la fois à des marées semi-diurnes et des houles océaniques. Les courants alternatifs sont orientés selon une direction ENE-OSO (vers l'ENE durant le flot, vers l'OSO au jusant) similaire à l'axe des paléo-chenaux creusés par les rivières de l'Aulne et l'Elorn au cours des variations eustatiques du Tertiaire et Quaternaire. Cette région est également soumise à des vagues de forte intensité (4 mètres de hauteur) lors des épisodes de tempêtes orientés SO (30% de prédominance).

Des données d'imagerie sonar, et de bathymétrie ainsi que des prélèvements, acquis lors de la campagne Rebent Rade 2013, ont permis de mettre en évidence la présence de figures d'érosion, ou RSD (Ripple Scour Depression), plurikilométriques. Elles s'enracinent à l'Est d'un écueil rocheux et convergent vers le NE (pointe du Grand Minou) sur une large plaine sableuse peu profonde (15 à 20 mètres). Ces figures sédimentaires forment de longues dépressions rectilignes de 0,4 à 1 mètre de profondeur et sont allongées selon une direction NE-SO. Elles se caractérisent par un contact granulométrique franc entre un sédiment grossier tapissant le fond des dépressions et un sable moyen formant la plaine sableuse. Des mégarides d'oscillations sub-perpendiculaires aux couloirs érosifs structurent le fond des dépressions. Des coupes bathymétriques, transversales aux faisceaux érosifs, montrent une asymétrie des versants des sillons. La mise en place de ces figures pourrait résulter de l'action conjointe de trois courants : 1) Les courants de houles « extrêmes » à l'origine de la formation de long couloirs érosifs 2) Les courants de houles « ordinaires » façonnant et entretenant les mégarides 3) Des courants de marée qui remodèlent le fond et le versants des dépressions.

L'analyse des corps sédimentaires et des courants de marées, observés sur l'ensemble du secteur d'étude ont ainsi permis d'établir un schéma régional des transits sédimentaires sur le fond qui explique, pour partie, la structuration des formations et des modèles sédimentaires actuels. Six cellules hydro-sédimentaires ont ainsi été identifiées pour lesquels il est possible d'illustrer l'impact des deux principaux facteurs hydrodynamiques (marée et houle). Des données sédimentaires et bathymétriques anciennes (S.H.O.M) ont permis également, d'examiner l'évolution de ces agents hydrodynamiques à l'échelle séculaire dans la mise en place de la sédimentation régionale.

# ANALYSE STRATIGRAPHIQUE DES SÉRIES DE PLATES-FORMES CARBONATÉES D'ÂGE APTIEN – ALBIEN DANS LE SECTEUR DU « COAHUILA BLOCK » (NORD-EST DU MEXIQUE)

Carine GRÉLAUD[1,@], Benjamin GRÉSELLE[2], Pierre CALLOT[3], Danièle GROSHENY[4], Philippe RAZIN[1], Jean-Paul COLIN[5], Michel BILOTTE[6], Rolf SCHROEDER[7], Jean-Christophe EMBRY[8], David W. HUNT[8]

(1) ENSEGID – Institut Polytechnique de Bordeaux, 1 allée Daguin, Pessac, France
(2) Neftex Petroleum Consultants Ldt., 97 Milton Park, OX144RY Abingdon, Grande-Bretagne
(3) Pluspetrol Perú Corp., Av. República de Panamá 3055 - Piso 8 - San Isidro, Lima, Pérou
(4) EOST, UMR 7516 - IPGS, Université de Strasbourg, Strasbourg, France
(5) CV Associés, Bayonne, France
(6) GET – Université de Toulouse, Toulouse, France
(7) Paleontology and historical geology, Senckenberg Research Institute, Francfort, Allemagne
(8) Statoil, TPD RD, Bergen, Norvège
(@) carine.grelaud@ensegid.fr

Les séries de plates-formes carbonatées d'âge aptien à albien ont été étudiées à l'affleurement dans la partie orientale du « Coahuila Block » au nord-est du Mexique (Sierra de La Paila, Sierra San Marcos y Piños et Sierra La Gavia). Les objectifs de cette étude étaient d'affiner l'architecture stratigraphique des systèmes de dépôts et d'analyser les facteurs contrôlant les géométries et la distribution des faciès au sein de ces plates-formes carbonatées. Le modèle stratigraphique proposé est basé sur un transect régional qui s'étend sur 75km de long et environ 900m d'épaisseur. Il est constitué de 22 coupes sédimentologiques, dont les corrélations sont le résultat de l'intégration de données biostratigraphiques, du suivi physique des bancs et d'une analyse stratigraphique séquentielle.

Quatre séquences de dépôts de 2ème ordre ont été interprétées et correspondent à la succession de 4 différents types de systèmes sédimentaires carbonatés, associés à 7 modèles de faciès distincts. La séquence I (Aptien inf. à moy.) est caractérisée par un système de rampe très faiblement inclinée qui se développe par aggradation différentielle sur un paléo-haut pendant une phase d'augmentation d'accommodation associée à une faible production carbonatée, un flux terrigène important et des conditions disoxiques à anoxiques. Le sommet de la séquence I est marqué par une surface d'émersion enregistrant un hiatus stratigraphique de 7 à 9 Ma sur la plate-forme et une chute importante du niveau marin relatif. La séquence II (Aptien sup. à Albien moy.) est caractérisée par un cortège transgressif très condensé ou absent (2 à 5 Ma), surmonté par un prisme progradant bien développé, constitué de clinoformes obliques d'angle faible et de forte amplitude (250m d'épaisseur). Le sommet de la séquence II est également marqué par une surface d'émersion, qui se développe probablement pendant une période de surrection du « Coahuila Block » (Albien moy.). La séquence III (Albien moy. à sup.) enregistre l'aggradation épaisse (>200m) d'une plate-forme de géométrie sigmoïde, caractérisée par un domaine de plate-forme interne très étendu, périodiquement évaporitique et par une bordure de haute-énergie dominée par des débris de rudistes. La séquence IV (Albien sup. à Cénomanien inf.) enregistre la rétrogradation puis l'ennoyage de la plate-forme carbonatée, caractérisée par la mise en place d'un vaste lagon de haute-énergie et par le développement final d'une rampe « distally-steepened » de très faible inclinaison dominée par des calcisphères.

Ce modèle prédictif peut constituer un analogue pour l'interprétation sismique d'autres systèmes de plates-formes carbonatées mis en place dans des contextes similaires.

# MASS BALANCE FROM ALLUVIAL FANS AND ESTIMATION OF DENUDATION RATE IN THE CHINESES TIAN SHAN

Laure GUÉRIT[1,@], Laurie BARRIER[1], Marc JOLIVET[2], François MÉTIVIER[1], Bihong FU[3]

(1) Institut de Physique du Globe de Paris, Sorbonne Paris Cité, Université Paris Diderot, UMR CNRS 7154, 1 rue Jussieu, 75005 Paris
(2) Géosciences Rennes, CNRS – Univ. Rennes
(3) Center for Earth Observation and Digital Earth, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China
(@) guerit@ipgp.fr

Continental surfaces are incessantly reworked through erosion and sedimentation. Markers of erosion within drainage areas are often scarce and temporary, but at the outlet of mountain belts, more continuous and perennial records of deposition can be found in alluvial fans. These fans are constructed by the deposition through time of the coarse part of sediments transported by rivers. The volume of sediments trapped in alluvial fans can then be used in order to reconstruct sediment fluxes coming out from their catchment areas and the associated denudation rates. Quantifying such denudation rates is of great interest for the study of mass transfer. It is also necessary to understand relief dynamics, as well as the influence of tectonic and climate on this dynamics.

We propose here a complete method to estimate erosion fluxes from alluvial fans in a specific area, the northern piedmont of the Tian Shan in China. Along the piedmont of this range, series of fans of different ages are clearly identified. In particular, Holocene fans (which are active for 10 000 years) can be recognized on satellite images and DEM. Pleistocene abandoned fans (which were active before 10 000 years ago) are also well preserved in the landscape, and easily identifiable on the same data. These fans have been deeply incised during the last deglaciation (about 10 000 years ago), and therefore, their basal surface can be observed. In this specific area, it is thus possible to obtain field constraints on the real thickness of those fans.

First, we draw a morpho-sedimentary map of the fans and their drainage basins. Then, we went on the field to estimate the Pleistocene fan thickness wherever it is possible. Finally, based on this data set, and on geometrical considerations, we built isopach maps of the fans and calculate their volumes. These 3D reconstructions can then be compared to the geometrical relationships classically used to assess alluvial fan volumes from their upper surface only.

Holocene and Pleistocene denudation rates of ten drainage basins can be derived from these volumes, allowing a sink to source investigation, for the periods of fan activity. In north Tian Shan, these erosion rates can be compared with other values calculated from bedload measurements and cosmogenic data. We show that the present-day denudation rates derived from sediment records are biaised by the formation of canyons about 10 000 years ago, and that the real denudation rate of the range is quite low, contrary to what has been proposed based on cosmogenic data.

# LA SURRECTION CENOZOIQUE DU PLATEAU SUD AFRICAIN : CINETIQUE ET BILAN D'EROSION – ETUDE TERRE MER DE LA « SPERRGEBIET » (SUD NAMIBIE).

François GUILLOCHEAU[1,@], Martin PICKFORD[2], Brigitte SENUT[2] , Guillaume BABY[1]

(1) Géosciences Rennes - UMR 6118 Université de rennes1-CNRS, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes cedex
(2) Muséum National d'Histoire Naturelle, UMR 5143 MNHN - CNRS, Case postale 38, 8 rue Buffon, 75005 Paris
(@) francois.guillocheau@univ-rennes1.fr

Le Sud de l'Afrique est caractérisé par un plateau, le plateau du Kalahari (ou sud-africain), culminant autour d'une altitude moyenne de 900 à 1100m. Ce plateau résulte d'au moins deux phases de surrection, une surrection au Crétacé supérieur (Cénomanien terminal à Campanien) et une surrection au Cénozoïque. Le relief créé par la surrection du Crétacé supérieur est globalement érodé façonnant la surface actuelle du plateau comme l'atteste l'existence de lacs de cratères kimberlitiques crétacés à paléocènes, préservés sur le plateau. La surrection cénozoïque est contemporaine d'une croissance de pédiments et rivières incisés localisés sur la bordure du plateau. L'âge de la surrection cénozoïque et la cinétique de l'érosion associée sont mal connus.

Notre objectif est ici de discuter cette surrection cénozoïque à partir d'un remarquable jeu de données terre-mer, la marge sud de la Namibie au niveau de la Sperrgebiet (« zone interdite ») entre l'embouchure de l'Orange et le sud du désert du Namib (Luderitz). Martin Pickford et Brigitte Senut ont depuis plus de 20 ans cartographié et daté les placages sédimentaires cénozoïques de cette zone. Notre propos est d'ici de coupler ces résultats avec une triple analyse sédimentologique, géomorphologique terrestre et stratigraphique sismique marine.

L'évolution du domaine peut être résumée comme suit :

1. Première surrection au Paléocène – Eocène inférieur avec la mise en place d'un prisme de régression forcée perturbant une forte altération du domaine continental (altérite) ;
2. Inondation marine majeure à l'Eocène moyen-supérieur, suivi de la mise en place d'un important volcanisme phonolitique ; l'ensemble est aplani ;
3. Deuxième surrection Eocène terminal-Oligocène avec incision de vallées fluviatiles et de pédiments ;
4. Aggradation de dépôts lacustres à palustres dans les vallées incisées et pédiments durant le Miocène inférieur ;
5. Aridification à la fin du Miocène inférieur ;
6. Troisième surrection à la fin du Miocène supérieur avec la mise en place d'un remarquable prisme de régression forcée.

Deux points sont à souligner.

1. Le Miocène inférieur continental est préservé à partir d'une altitude de 40-60 m, ce qui implique une variation du niveau marin relatif depuis cette période inférieure à cette valeur. Ceci suggère (i) soit que les courbes eustatiques sont inexactes, (ii) soit que ce domaine a connu une phase de subsidence antérieure à la surrection.
2. La surrection néogène ne s'accompagne pas d'une forte érosion continentale, à mettre probablement en rapport avec la forte aridification fini – Miocène inférieur.

# EVOLUTION CENOZOIQUE DE LA CUVETTE DU CONGO : UNE PLATE-FORME A LATERITES SOULEVEE AU MIOCENE MOYEN-SUPERIEUR

François GUILLOCHEAU[(1,@)]

(1) Géosciences Rennes - UMR 6118 Université de Rennes1 - CNRS, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes cedex –
(@) francois.guillocheau@univ-rennes1.fr

La cuvette du Congo correspond à une large dépression de 1300 à 1500 km de long, selon une direction est-ouest, et 1000 à 1200 km de large, en nord-sud. La longueur d'onde de la structure (1000 km, déformation de très grande longueur d'onde) est compatible avec un contrôle d'origine mantellique (topographie dynamique).

Plusieurs questions sont actuellement fortement débattues : (1) la subsidence long terme du bassin intracratonique congolais et les phases de surrection associées, (2) l'âge des reliefs périphériques actuels et l'évolution cénozoïque de la cuvette (effondrement d'un plateau ou surrection d'une plate-forme située au niveau de la mer), (3) le mécanisme de subsidence (topographie dynamique ou héritage protérozoïque).

Notre objectif fut de reconstituer l'évolution de la cuvette du Congo et des régions périphériques durant le Cénozoïque, en couplant une étude sédimentologique et stratigraphique des affleurements et forages avec une étude géomorphologiques des pédiplaines à latérites, des pédiments et vallées incisées.

(1) Au Paléocéne-Eocène moyen, la cuvette du Congo est une vaste plate-forme située à moins de 50-100 m du niveau de la mer. Le bourrelet atlantique centre-africain, ainsi que le dôme est-africain et le plateau du Kalahari n'existent pas encore.
(2) Cette plate-forme alterne des périodes d'altérations (latérites) et de faibles dépôts. A des dépôts fluvio-éoliens (sud – Formation des Grès polymorphes) succèdent vers le paléoquateur, des dépôts lacustres pérennes, puis des marais à charbons (nord - Centre-Afrique). Les dépôts fluvio-éoliens sont silicifiés par des eaux souterraines, puis désicilifiés à la faveur de la chute du niveau de base précédent la formation des latérites.
(3) La surrection des reliefs débute dès l'Eocène supérieur, avec la surrection des Hauts Plateaux du Cameroun (ligne volcanique du Cameroun), la Dorsale oubanguienne et le dôme du Kivu.
(4) Les plateaux du Kalahari et de l'Angola, ainsi que le bourrelet atlantique centre-africain s'initient à l'Oligocène supérieur – base Miocène. Le delta du Congo et les systèmes turbiditiques associés sont alors alimentés, non par le Congo actuel, mais par de larges pédiments préfigurant le Kwango et la Kuenza (Cuenza) actuels.
(5) Le paroxysme régional de surrection est atteint au Miocène moyen-supérieur avec la surrection de la cuvette et des reliefs du Dôme est-africain et du plateau du Kalahari. Le delta dit du Congo est alors alimenté par le système actuel.
(6) L'évolution tardi-néogène est marquée par une décroissance des flux terrigènes en réponse à une aridification globale du domaine, qui connaît des alternances de périodes humides et arides, ces dernières étant de plus en plus marquées.
(7) Cette évolution n'est pas compatible avec la majorité des modèles de topographie dynamique qui prédisent une subsidence de la cuvette du Congo durant le Cénozoïque.

# ORIGINE SUPRA OU SOUS-GLACIAIRE DES SÉDIMENTS DES TORRENTS SOUS-GLACIAIRES ? L'EXEMPLE DES TORRENTS DE CROSETTE ET BOSSONS (MASSIF DU MONT-BLANC)

Hervé GUILLON[(1)], Cécile GODON[(1)], Jean-Louis MUGNIER[(1,@)], Jean-François BUONCRISTIANI[(2)], Julien CARCAILLET[(1)], Jean-Louis PAQUETTE[(3)], Peter VAN DER BEEK[(1)], Riccardo VASSALLO[(1)]

(1) Institut des Sciences de la Terre, CNRS-Univ. de Savoie-Univ. Joseph Fourier.
(2) Biogéosciences, CNRS-Université de Bourgogne.
(3) Magma et volcan, CNRS-Université Blaise Pascal.
(@) jean-louis.mugnier@univ-savoie.fr, 73376 Le Bourget du Lac

L'érosion sous glaciaire est fréquemment estimée à partir de la charge solide des torrents issus de la base de glaciers. Pourtant une question se pose : la charge solide de ces torrents sous-glaciaires provient-elle exclusivement de l'érosion à la base du glacier ou bien résulte-t-elle d'un mélange entre les sédiments issus de l'érosion sous-glaciaire et ceux fournis par les versants dominant le glacier?

Pour répondre à ces questions dans le cas des torrents de Crosette et Bossons, tous deux issus du glacier des Bossons (face Nord du Mont-Blanc), nous avons combiné deux approches : le traçage des sources (Godon et al., in press) par la géochronologie détritique (U/Pb sur zircon) et l'étude des conditions d'exposition en surface grâce aux isotopes cosmogéniques ($^{10}$Be).

La charge supra- glaciaire est composée en majorité de clastes issus du pluton granitique daté à 303 Ma et qui constitue la partie sommitale de la face Nord du Mont-Blanc. Le temps d'exposition des clastes transportés en position supra-glaciaire n'est pas négligeable ($2.0*10^{-4}$ at /g pour la fraction comprise entre 80 µm et 2 mm).

Les sédiments transportés par le torrent de Crosette proviennent à plus de 90% de l'encaissant polymétamorphique entourant le pluton et constituant la majorité du substratum du glacier. Leur concentration en $^{10}$Be ($0.2*10^4$ at /g), voisine du « blanc machine » du spectromètre de masse par accélérateur, indique une absence significative de production de nucléides par le rayonnement cosmique et par voie de conséquence d'exposition de la roche. Ce résultat, lié à une faible exposition de la roche, est cohérent avec un processus d'érosion sous-glaciaire.

Les sédiments transportés par le torrent des Bossons proviennent à moins de 50% du substratum polymétamorphique; ceux-ci constituent exclusivement le substratum du bassin versant de ce torrent sous-glaciaire et leur concentration en $^{10}$Be ($1.3*10^4$ at /g) est bien supérieure au seuil de mesure, indiquant une exposition à la surface. Ces résultats sont cohérents avec un mélange de deux sources de sédiments : l'une d'origine sous-glaciaire (les polymétamorphiques), l'autre d'origine supra glaciaire (le granite issus de la partie supérieure du versant nord du Mont-Blanc). L'application d'équations de mélange indique pour les deux approches une proportion de ~40 % de sédiments liés à l'érosion sous glaciaire et le reste provenant de la charge supra-glaciaire.

Cette différence de comportement des deux torrents est interprétée comme liée à la position distincte des bassins versants respectifs : la partie inférieure du glacier des Bossons est parcourue par des bédières qui alimentent le torrent sous-glaciaire des Bossons en eau et en matière solide provenant de la charge supra-glaciaire alors que Crosette se prolonge plus en amont sous le glacier, dans une zone où la forte pente et les nombreuses crevasses empêchent la formation de bédières.

Ainsi l'estimation de l'érosion sous-glaciaire grâce à la charge des torrents sous-glaciaires nécessite d'étudier en amont la dynamique de transport des clastes par le système glaciaire.

Bibliographie : Godon, C., Mugnier J.L., Fallourd, R., Paquette, J.L., Pohl, A., Buoncristiani J.F., The Glacier des Bossons protects Europe's summit from erosion, Earth and Planetary Science Letters, in press.

# ÉTUDE SÉDIMENTOLOGIQUE DU RHÉTIEN DANS L'EST DU BASSIN DE PARIS : FACIES, RESERVOIRS ET SEQUENCES

Caroline GUION[(1,@)] François-André DUBOIN[(1)], Gilles DROMART[(2)],
Alain BUISSON[(1)], Ophélie DURAND[(1)]

(1) Lundin International, Maclaunay, 51210 Montmirail
(2) Tharsis Energy, 16 Chemin Chantegrillet, 69110 Sainte Foy Les Lyon
(@) caroline.guion@lundin.fr

Une évaluation couplant sédimentologie et stratigraphie génétique a été réalisée dans le but de caractériser les faciès et systèmes de dépôts, ainsi que les cycles transgression- régression de la séquence du Rhétien. Une campagne de 11 forages en 2011-2012 a permis de collecter des données récentes.

Le matériel sédimentaire du Rhétien se compose de sédiments détritiques fins (argiles, silts et sables fins), se développant sur une épaisseur comprise entre 30 et 40 mètres, organisés selon un empilement de feuillets pluri-métriques alternativement gréseux (D à A vers le haut) et argileux.

L'examen sédimentologique des carottes, associé à des analyses géochimique, palynologique et pétrographique, permet de proposer cinq grands ensembles de faciès, des modèles de dépôts et un découpage séquentiel.

Les associations de faciès indiquent un environnement général de type marin restreint soumis en grande partie à l'influence des vagues de tempêtes, mais également à l'influence d'une dynamique de marée en particulier à la base de la séquence. Plusieurs éléments caractéristiques de cet environnement ont été reconnus :

- les surfaces d'érosion en creux et dômes de types « *sand mounds* » témoignant de l'action érosive de vagues de tempêtes en domaine proximal,
- les surfaces de type « rides à vortex » de lits sableux indiquant l'influence de la houle dans un milieu assez peu profond,
- les traces fossiles de zone littorale, i. e. ichnofaciès *Cruziana*, *Glossifungites* et *Skolithos*,
- l'absence de macrofaune diversifiée et abondante dans les faciès argileux,
- l'absence de dinoflagellé, de basale de foraminifère et d'algue attestant de la prédominance de conditions continentales et très proximales,
- la symétrie des cycles d'accommodations des sédiments attestant du caractère margino-littoral de l'environnement de dépôts.

La hiérarchisation des cycles stratigraphiques a été réalisée par la méthode de l'empilement des séquences génétiques élémentaires (ou « *stacking pattern* »). Ainsi dix (10) cycles trangression-régression peuvent être distingués pour le Rhétien.

Cette superposition des cycles montre un mode général aggradant, à tendance régressif. L'existence de translations importantes de faciès marque des surfaces de transgression (base du réservoir B2) et des maximums de vitesse de chute du niveau marin relatif (toit du réservoir D1). Les maximums transgressifs sont situés au sein des réservoirs gréseux.

# SEDIMENTARY ROCKS OBSERVED BY THE MARS SCIENCE LABORATORY - EVIDENCE FOR FLUVIAL SEDIMENTARY TRANSPORT

Sanjeev GUPTA[1,@], John P. GROTZINGER[2], and the MSL Science Team.

(1) Department of Earth Science and Engineering, Imperial College London, London SW7 2AZ, UK.
(2) Division of Geological and Planetary Sciences, California Institute of Technology, Pasadena, CA 91125, USA.
(@) s.gupta@imperial.ac.uk

The Mars Science Laboratory Curiosity rover has investigated a number of sedimentary rock outcrops since landing in Gale crater. This presentation will describe and summarise the main observations at two primary localities that Curiosity has investigated: conglomerates at the Goulbourn, Link and Hottah outcrops, and cross-stratified rocks at the Shaler outcrop. First, observations by the Mars Science Laboratory Mast Camera (Mastcam) in Gale crater reveal isolated outcrops (Goulbourn, Link, Hottah) of cemented pebbles (2 to 40 millimeters in diameter) and sand grains with textures typical of fluvial sedimentary conglomerates. Rounded pebbles in the conglomerates indicate substantial fluvial abrasion. Sediment was mobilized in ancient water flows that likely exceeded the threshold conditions (depth 0.03 to 0.9 meter, average velocity 0.20 to 0.75 meter per second) required to transport the pebbles. Additional evidence for fluvial sediment transport from ancient martian rocks comes from the Shaler outcrop. Cross-bedding is best exposed in an ~80-cm-thick outcrop known as Shaler. Observations using the Mast Cameras of cross-bedding at Shaler enabled the recognition of several distinct cross-bedded facies. Sedimentary structures include simple and compound cross-bedding, angular discontinuities between lamina sets, and potential soft-sediment deformation. Grain transport under turbulent flows was required to produce the observed cross-bedded facies. Fluvial deposition is consistent with observations at Shaler. Climate conditions at the time sediment was transported must have differed substantially from the cold, hyper-arid modern environment to permit aqueous flows across several kilometers.

# INFLUENCE DE L'ATLANTIQUE NORD SUR LA DYNAMIQUE DE GLACIERS DE HAUTE ALTITUDE (ALPES OCCIDENTALES FRANCAISES) PENDANT L'HOLOCENE TARDIF

Hervé GUYARD[1, 2,@], Emmanuel CHAPRON[3], Guillaume ST-ONGE[2], Jacques LABRIE[2]

(1) IDES – UMR CNRS 8148, Université Paris-Sud, Orsay, France
(2) Institut des sciences de la mer (ISMER), Rimouski & GEOTOP, Montréal, Canada
(3) ISTO – UMR CNRS 7327, Université Orléans, BRGM, France
(@) herve.guyard@uqar.qc.ca

L'analyse à haute résolution temporelle des fluctuations d'apports clastiques dans le lac alpin proglaciaire de haute altitude (2500 m) Bramant a révélé l'influence pluri-décennale de l'Oscillation nord atlantique hivernale ($NAO_w$) sur le climat et les glaciers régionaux. Les phases NAO- ont généralement pour résultat une augmentation des précipitations et de l'accumulation neigeuse sur le bassin versant, influençant partiellement le bilan de masse des deux glaciers alpins (St-Sorlin et Côte Blanc) qui alimentent le lac Bramant. Néanmoins, la relation pluri-décennale entre les fluctuations des apports clastiques et la $NAO_w$ a varié depuis AD 1500 et s'est parfois même inversée, comme ce fut le cas à la fin du « Petit Âge glaciaire ». Ceci suggère que d'autres modes atmosphériques ont pu contrôler le climat régional dans le passé récent. Les périodes d'avancées glaciaires au sein du massif lors de l'Holocène tardif ont aussi été établies (3600-3300, 2800-2400, 2100, 1600-1400, 1100, 1000, 800 et 600-100 cal BP) grâce aux fluctuations des apports détritiques. La petite taille de ces glaciers les rend particulièrement sensibles et réactifs aux fluctuations climatiques, expliquant ainsi pourquoi ces périodes précèdent parfois légèrement les fluctuations d'autres glaciers alpins beaucoup plus grands et bien documentés. Les périodes d'avancées majeures (i.e. 2800, 1600 et 600 cal BP) coïncident avec des événements froids qui ont interrompu des périodes plus stables et plus chaudes de l'Holocène et qui caractérisent la majorité de l'hémisphère Nord extratropical. De plus, l'analyse par ondelettes des indices continus de la sédimentation clastique depuis 4150 ans indique la présence de cycles significatifs à des fréquences compatibles avec la NAO (30 ans), tandis que les périodes centrées autour de 60-70 ans pourraient être associées avec la variabilité interne atmosphère/océan nord-atlantique (Oscillation Atlantique Multidécennale). L'influence de la formation d'eaux profondes dans l'Atlantique Nord sur le climat alpin régional est aussi suggérée par un cycle significatif de 550 ans dans les apports clastiques depuis 2800 cal BP. Le couplage entre l'océan nord-atlantique et l'atmosphère semble ainsi jouer un rôle fondamental, à des échelles pluridécennales à pluriséculaires, sur le bilan de masse des glaciers et le climat pendant l'Holocène tardif dans les Alpes occidentales.

Bibliographie

Guyard, H., Chapron, E., St-Onge, G., Labrie, J., 2013. Late Holocene NAO and oceanic forcing on high-altitude alpine proglacial sedimentation (Lake Bramant, Western French Alps). *The Holocene.* DOI: 10.1177/0959683613483616.

Guyard, H., Chapron, E, St-Onge, G., Anselmetti, F. S., Arnaud, F., Magand, O., Francus, P., Mélières, M.A., 2007. High-altitude varve records of abrupt environmental changes and mining activity over the last 4000 years in the Western French Alps (Lake Bramant, Grandes Rousses Massif). Quaternary Science Reviews 26, 2644-2660.

# DYNAMIQUE ET ÉVOLUTION D'ENVIRONNEMENTS LACUSTRES SOUS-GLACIAIRES, PROGLACIAIRES ET POSTGLACIAIRES (LAC DU CRATÈRE DES PINGUALUIT, NUNAVIK, CANADA)

Hervé GUYARD[1, 2,@], Guillaume ST-ONGE[2], Reinhard PIENITZ[3], Pierre FRANCUS[4], Garry K.C. CLARKE[5], Bernd ZOLITSCHKA[6], Veli-Pekka SALONEN[7], Patrick LAJEUNESSE[3], Sonja HAUSMANN[8], Michel LAMOTHE[9]

(1) IDES, Université Paris-Sud, Orsay, France
(2) Institut des sciences de la mer (ISMER), Rimouski & GEOTOP, Montréal, Canada
(3) Centre d'études nordiques (CEN) & Département de Géographie, Univ. Laval, Canada
(4) INRS – Centre Eau, Terre, Environnement, Québec, Canada
(5) Department of Earth and Ocean Sciences, University of British Columbia, Canada
(6) Institut für Geographie, University of Bremen, Germany
(7) Department of Geosciences and Geography, University of Helsinki, Finland
(8) Department of Geosciences, University of Arkansas, USA
(9) Département des Sciences de la Terre et de l'Atmosphère, UQAM, Montréal, Canada
(@) herve.guyard@uqar.qc.ca

Le cratère météoritique des Pingualuit (Nunavik, Canada) abrite un lac (profondeur d'eau: 246 m) qui a probablement partiellement subsisté en tant que lac sous-glaciaire de la calotte laurentidienne lors de la dernière période glaciaire, comme suggéré par la modélisation du potentiel hydraulique lors du Dernier Maximum glaciaire. Les sédiments accumulés dans le cratère depuis sa formation (ca. 1,4 Ma) auraient donc pu échapper à l'érosion glaciaire et enregistrer une séquence temporelle unique dans l'Arctique terrestre canadien couvrant plusieurs cycles glaciaires/interglaciaires. La séquence sédimentaire de 9 m prélevée dans le bassin profond du lac reflète principalement les dernières phases de la déglaciation et la période postglaciaire, caractérisée par des conditions libres de glace et le développement de la productivité lacustre ca. 6850 cal BP. Nous présentons ici les microfacies et les microstructures sédimentaires qui ont permis de distinguer et de caractériser la succession d'environnements glacio-lacustres (sous-glaciaire puis proglaciaire) originaux et dynamiques. Les sédiments de lacs sous-glaciaires sont complexes et contiennent un large éventail de microstructures reflétant les processus de mises en place et de déformations. La période de déglaciation est ensuite caractérisée par des environnements proglaciaires et marginaux. Les sédiments glaciogéniques hautement déformés et libérés par la désintégration et le retrait de la calotte laurentidienne sus-jacente contiennent aussi un mélange complexe d'informations extraites des dernières périodes glaciaires (e.g. estimation de la période d'englaciation par IRSL) et interglaciaires. Cependant, l'importance des dépôts glaciogéniques et des mouvements de masse (confirmée par sismique et plus récemment par LiDAR), ainsi que les très faibles vitesses de sédimentation en périodes libres de glace compliquent les reconstitutions paléoclimatiques.

Bibliographie

Guyard, H., St-Onge, G., Pienitz, R., Francus, P., Zolitschka, B., Clarke, G.K.C., Hausmann, S., Salonen, V-P., Lajeunesse, P., Ledoux, G., Lamothe, M., 2011. New insights into late Pleistocene glacial and postglacial history of northernmost Ungava (Canada) from Pingualuit Crater lake sediments. *Quaternary Science Reviews* 30, 3892-3907.

Guyard, H., Francus, P., St-Onge, G., Pienitz, R., Hausmann, S., soumis. Microsedimentological investigation of subglacial and deglacial sediments from Pingualuit Crater Lake (Ungava, Canada). *Sedimentology.*

# SYNSEDIMENTARY TECTONIC AND DEPOSITIONAL SEQUENCES OF LATE TRIASSIC-LOWER LIASSIC DEPOSITS OF THE JEFFARA BASIN (SOUTHEASTERN TUNISIA)

Suhail HADOUTH[1, 2,@], Cédric CARPENTIER[1], Bernard LATHUILIÈRE[1], Jean-Loup RUBINO[2], Samir BOUAZIZ[3]

(1) UMR 7359 GeoRessources, Université de Lorraine, BP 70239, F-54506 Vandoeuvre-lès-Nancy, France
(2)Total S.A., CSTJF, avenue Larribau, 64000 PAU, France
(3) Ecole Nationale d'Ingénieurs de Sfax, Université de Sfax, BP W, 3038 Sfax, Tunisia
(@) suhail.hadouth@univ-lorraine.fr

The study area is located in southern Tunisia, in the Jeffara basin and is supposed to extend into the Libyan part of the same basin. Today, the structural setting of this basin which belonged to the southern Tethyan Margin remains unclear. Various contradictory hypotheses can be proposed from a rift type basin, a sag basin or a pull apart basin. Our Interpretations are based on outcrops correlation, dense grid of wells and seismic profile to best constrains the basin setting. The study is focused on mixed siliclastic, carbonates and evaporites series ranging from Late Triassic to Liassic. They consist from six transgressive-regressive depositional megasequence of 3rd order outcropping in Djebel Rehach; (1) Carnian sequence includes the upper part of the fluvial Kirchaou Formation, the transgressive Lower Carnian Mekraneb dolomites, and the Touareg sandstones corresponding to incised valley fill (IVF1) probably of Mid Carnian age. (2) The transgressive shallow lagoonal Rehach dolomites of Upper Carnian age overlained by the conglomeratic lowstand deposits of the Kronab Formation (IVF2) which includes conglomerates and shales units. In the northern Dahar plateau, the alluvial fan deposits of the Mogor Conglomerate are interfingered with Carnian dolomites (3) the sebkha deposits of the Mhira Formation constitute the lower part of a new sequence. Well log correlations show that these three sequences are coeval with a tectonic activity of normal faults on the southern margin of the Jeffara high responsible of a rapid northward thining of Carnian to early Norian deposits. In the southern Dahar plateau a synsedimentary tectonic activity of tilted blocks generated an angular unconformity between lower Triassic sandstones and Carnian dolomites.

On the Jeffara high, in the southern Dahar plateau, activity of the Azizia fault system generated a tilting and a truncation of Triassic sequences until the Early Norian by a major angular unconformity. In contrast on the Saharan Platform, Carnian and Raethian deposits are conformable. Until now the Kronab fm. was interpreted as overlaying the Rhaetian unconformity but a detailed cartography allowed clarifying the stratigraphic position of the conglomerates below the red clays of the Mhira fm. The unconformity is overlained by the dolomitic and evaporitic Messaoudi fm. (Late Norian-Rheatian Sequence) showing a northward onlap geometry of salts over all the underlying units (4, 5). The Messoudi fm. is subdivided into four members; Kesskasa salt, Bhir I Evaporite, Zarzour Dolomite, and Bhir II Evaporite. On the northern Dahar plateau, red alluvial clays and fluvial conglomerates are coeval the first evaporites of the Messaoudi fm. in the south. This high topographic area was reflooded by marine green evaporitic clays only during the Late Rhaetian or Early Hettangian. All these deposits are topped by (6) Pliensbachian shallow marine carbonate of the Zemlet el Haber fm. age. The lateral continuity of facies and thicknesses of evaporitic deposits during Rhaethian and Early Liassic times indicate a drastic decrease of the tectonic activity during the postrift phase.

# PROPRIÉTÉS PÉTROPHYSIQUES DE CARBONATES RESÉDIMENTÉS EN MILIEU MARIN PROFOND : LES AFFLEUREMENTS D'ÂGE CRÉTACÉ SUPÉRIEUR DU GARGANO (SE ITALIE)

Alex HAIRABIAN[1,@], François FOURNIER[1], Jean BORGOMANO[1, 2], Sergio NARDON[3]

(1) CEREGE, Université Aix-Marseille, case 67, 3 Place Victor Hugo, 13003 Marseille, France.
(2) TOTAL S.A., CSTJF, Avenue Larribau, 64000 Pau, France.
(3) ENI S.p.A. Exploration & Production Division. San Donato Milanese 20097, Italie.
(@) al.hairabian@hotmail.fr

Les propriétés élastiques des carbonates sont principalement contrôlées par l'architecture du réseau poreux qui est fonction du faciès de dépôt et des processus diagénétiques. Dans les carbonates à très faibles teneurs en éléments terrigènes, la minéralogie, la porosité et la géométrie des pores sont les principaux facteurs contrôlant la vitesse des ondes P et S (*e.g.* Anselmetti & Eberli, 1993).

La présente étude se focalise sur l'effet de la porosité et de la géométrie des pores sur les propriétés élastiques de dépôts carbonatés d'origine gravitaire qui sont des équivalents à l'affleurements de réservoirs pétroliers. Les roches étudiées affleurent dans le sud-est de la Péninsule du Gargano et consistent en une épaisse série (500 m), d'âge Cénomanien à Maastrichtien, déposée à plusieurs centaines de mètres de profondeur, au pied de l'escarpement bordant la Plate-forme Apulienne par des flots de débris, de grains et turbidites (Borgomano, 2000). Les faciès de dépôts peuvent être groupés en 3 classes principales : (1) brèches à matrice biolithoclastique contenant des blocs issus de la plateforme et/ou de la pente, (2) faciès bioclastiques dont les grains sont issus des communautés benthiques de la plateforme, (3) micrites pélagiques à coccolithes et foraminifères planctoniques. La première partie de l'étude montre que :

- les macropores sont de type primaire (intergranulaires et squelettiques) et secondaire (moldiques);
- la microporosité, présente dans les grains et la micrite, est souvent le type poreux dominant même pour des textures grainstones ;
- les blocs issus de la remobilisation des dépôts de pente sont généralement poreux alors que les blocs issus de l'érosion de la marge sont non poreux ;
- les faciès pélagiques de type « Scaglia » sont un réservoir et non pas une couverture ;
- les relations vitesse-porosité apparaissent principalement contrôlées par le type poreux : pour une porosité donnée, les échantillons microporeux sont les plus lents et les échantillons à porosité moldique les plus rapides.

Dans une seconde partie, un index pétrophysique, l'EPAR (equivalent pore aspect ratio) récemment introduit par Fournier *et al.* (2011), et destiné à discriminer des types poreux à partir des propriétés élastiques a été testé sur la base de donné. L'application de cet indice à cette nouvelle base de donné montre sa robustesse et prouve que le concept d'EPAR peut être appliqué aux études de subsurface, après calibration diagénétique et pétrophysique sur carottes, afin de prédire les types poreux entre les puits à partir des données de vitesses et de porosité-neutron.

Borgomano J. (2000). The Upper Cretaceous carbonates of the Gargano-Murge region, southern Italy : A model of platform-to-basin transition. AAPG Bulletin, 84, 1561-1588.
Anselmetti F.S. & Eberli G.P. (1993). Controls on sonic Velocity in carbonates. PAGEOPH, 141, 287-323.
Fournier F., Léonide P., Biscarrat K., Gallois A., Borgomano J., Foubert A. (2011). Elastic properties of microporous cemented grainstones. GEOPHYSICS, 76, 211-226.

# INTEGRATED WORKFLOW FOR CHARACTERIZATION AND MODELLING OF A MIXED SEDIMENTARY SYSTEM: THE ILERDIAN ALVEOLINA LIMESTONE FORMATION (EARLY EOCENE, GRAUS-TREMP BASIN, PYRENEES, SPAIN)

Youri HAMON[1,@], Remy DESCHAMPS[1], Philippe JOSEPH[1],
Julien SCHMITZ[1], Brigitte DOLIGEZ[1]

(1) IFP Energies nouvelles, 1 & 4 Avenue de Bois Préau, 92852 RUEIL-MALMAISON
(@) youri.hamon@ifpen.fr

Reservoir properties are controlled primarily by the sedimentary architecture and facies distribution but are strongly modified by the early to late diagenetic history. The understanding and the spatial prediction of the reservoir heterogeneities induced by the diagenesis is thus a crucial question for reservoir characterization and modelling.

The aim of this paper is to propose an integrated approach to highlight the sedimentary and stratigraphic factors that control the spatial distribution of diagenetic phases in a mixed siliciclastic-carbonate succession. Based on this study, a fine grid geological model was built to reproduce both the sedimentary facies and the diagenetic trends interpreted from outcrop observations.

In the Graus-Tremp Basin, the Ilerdian (early Eocene) Alveolina Limestone Formation is clearly a mixed carbonate-siliciclastic series, showing a complex pattern of bioclastic, bioconstructed and clastic facies.

At a regional scale (Graus-Tremp basin), sedimentological sections were described and sampled. Several lithofacies have been described and grouped in facies associations attributed to a specific depositional environment on the basis of their constituent facies, packaging patterns and overall geometry: proximal deltaic complex, shallow inner-ramp, mid-ramp, mid- to outer-ramp, filling of incision, coral-dominated patch reef, reef-mound. This study allows the construction of a detailed paleogeography based on sequence stratigraphy analysis for the Early Ilerdian series of the Graus-Tremp Basin.

Subsequently, a focus at reservoir scale has been realized for reservoir architecture and diagenetic modelling. A 3D conceptual model illustrating the depositional architecture of the Serraduy area is also proposed based on the sedimentary geometries assessed on the field. Results from the diagenetic study (petrography and geochemistry) show the occurrence of several successive early (micritization, marine calcite cementation, dissolution, neomorphism) and late (calcite cementation, compaction features) diagenetic phases.

The 3D gridded model has been constructed, based on nine surfaces (sequence boundaries and maximum flooding surfaces) helped by 3D outcrop model (3D photogrammetry).The relationships between sedimentary facies and diagenesis have been used to define lithofacies simulation rules for the plurigaussian algorithm, that aims at simulating both the distribution of sedimentary facies and the diagenetic overprint.

# REVISITING THE SEDIMENTOLOGICAL AND STRATIGRAPHIC EVOLUTION OF THE MIOCENE ROCK UNIT ALONG THE NORTHERN LEVANT MARGIN (ONSHORE LEBANON).

Nicolas HAWIE[(1)], Rémy DESCHAMPS[(2,@)], Fadi NADER[(2)], Christian GORINI[(1)], Carla MÜLLER[(3)], Delphine DESMARES[(4)], François BAUDIN[(1)]

(1) UMR 7193, ISTeP -CNRS– Université Pierre and Marie Curie, 4 place Jussieu, 75252, PARIS
(2) IFPEN, 1-4 av. Bois préau, 92852 Rueil Malmaison
(3) Consultante, PL-66-431 SANTOK, Ludzislawice 36, Pologne
(4) UMR 7207, Centre de Recherche sur la Paleobiodiversité et les Paleoenvironnements, Université Pierre et Marie Curie, 4 place Jussieu, 75252, PARIS
(@) remy.deschamps@ifpen.fr

This work aims at proposing a new facies-based depositional model for the poorly studied Miocene rock sequence exposed onshore Lebanon using field investigations and supported by nannofossil and planktonic/ benthic foraminifera dating.

A major hiatus has been noted spanning from the Middle/Late Eocene to the top Lower Miocene (i.e., Late Burdigalian). Three different depositional domains have been identified onshore Lebanon starting from the Early Middle Miocene period as a consequence of the complex structural evolution of the Levant margin around that time.

(1) A Late Burdigalian-Serravallian rhodalgal system was observed in northern Lebanon. The E-W facies distribution around the Qalhat anticline reveal that the rhodalgal system developed over a pre-existing architecture inherited from the pulsating onshore deformation *(Hawie et al., 2013)*.
(2) An outer shelfal setting around the central and southern Lebanese coastal sectors was described, with prominent Langhian-Serravallian turbidite systems evolving on the platform slope and in deeper basinal settings.
(3) A restricted lacustrine environment prevailed along the Lebanese hinterland (i.e., Bekaa valley) with important deposition of lacustrine marls and fresh water carbonates intercalated by lignitic and conglomeratic beds.

The acme of Mount Lebanon's emergence and exposure is dated back to the Upper Miocene leading to an important erosion of the previously deposited Mesozoic and Cenozoic carbonate platforms. Fan delta systems with abundant stacked conglomeratic sheets were consequently deposited in paleo-topographic lows.

This investigation proves to be crucial in trying to assess and predict the depositional environments and associated facies expected for the Miocene in the northern Levant Basin *(Hawie et al., submitted)* as no wells have yet been drilled in the Lebanese offshore.

# ÉVOLUTION PALÉOGÉOGRAPHIQUE ET PALÉOTOPOGRAPHIQUE DU TIAN SHAN CHINOIS AU MÉSOZOIQUE : UNE APPROCHE SÉDIMENTOLOGIQUE ET THERMOCHRONOLOGIQUE

Gloria HEILBRONN[(1,@)], Cécile ROBIN[(1)], Laurie BARRIER[(2)], Sylvie BOURQUIN[(1)], Marc JOLIVET[(1)], Yingying JIA[(3)], Laure GUÉRIT[(2)], Bihong FU[(3)]

(1) Géosciences Rennes, UMR CNRS 6118, Université de Rennes 1, Rennes, France.
(2) Institut de Physique du Globe de Paris, Sorbonne Paris Cité, UMR CNRS 7154, Université Paris Diderot, Paris, France.
(3) Laboratory of Lithospheric Evolution, Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China.
(@) gloria.heilbronn@gmail.com

Le Tian Shan est une chaîne intracontinentale d'Asie Centrale dont la structure lithosphérique résulte de l'accrétion de divers blocs au cours du Paléozoïque. Son histoire tectonique récente est marquée par sa réactivation au Tertiaire, liée à la collision entre l'Inde et l'Asie. Plusieurs études ont montré l'influence des structures tectoniques héritées sur la localisation de la déformation et donc de la topographie cénozoïque. Toutefois, l'histoire topographique et tectonique de la chaine entre les deux orogenèses majeures, à savoir paléozoïque terminal et cénozoïque, reste peu contrainte. La synthèse des données bibliographiques montre des incohérences majeures entre l'histoire topographique déduite des données de thermochronologie basse température sur la chaine, et celle déduite des séries sédimentaires exposées dans les piémonts.

Afin de mieux contraindre cette évolution, nous avons étudié six coupes réparties entre les piémonts nord et sud, ainsi que dans les bassins internes à la chaine. L'objectif de cette étude est de déterminer les grandes variations spatiales et temporelles des profils de dépôt depuis le Trias supérieur jusqu'au Paléocène. Ces variations sont alors interprétées en termes de proximalité – distalité par rapport à la chaine et donc en termes de croissance – érosion des reliefs. Un modèle d'environnement de dépôts intégrant sédimentologie de faciès, analyse pétrographique et mesures de paléocourants a donc été établi. La corrélation des principales séquences de dépôts entre les différentes coupes a permis de déterminer le degré de connexion entre les bassins au cours du temps, et ainsi d'avoir une idée qualitative de la topographie mésozoïque. En combinant nos données avec celles de la bibliographie (thermochronologie et géochronologie détritiques et sur le socle, sédimentologie et géomorphologie), un modèle détaillé de l'évolution topographique mésozoïque a été construit réconciliant les interprétations sédimentologiques et géochronologiques.

Le démantèlement des reliefs associés à la chaine tardi-paléozoïque s'achève au Trias supérieur. Le Jurassique est caractérisé par une activité tectonique très faible, majoritairement transtensive et le développement d'une surface majeure de pénéplanation sous un climat relativement humide. Toutefois, la mise en place de cônes alluviaux éphémères associés à des dépôts éoliens au Jurassique supérieur – Crétacé inférieur indique une réactivation de la topographie et des conditions climatiques plus arides. Le Crétacé est ensuite marqué par une activité tectonique limitée, qui s'arrête totalement au Crétacé terminal permettant le développement au Paléocène d'un niveau majeur de calcrêtes.

# ENREGISTREMENT SÉDIMENTAIRE ET ÉVOLUTION D'UNE RAMPE DE RELAIS, RIFT DE CORINTHE (GRÈCE): RÔLE DE LA PROPAGATION DES FAILLES NORMALES EN LIEN AVEC LES STRUCTURES HÉRITÉES

Romain HEMELSDAËL[1,@], Mary FORD[1], Fabrice MALARTRE[2]

(1) Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques, UMR 7358 CNRS-UL, 15 rue Notre Dame des Pauvres, BP 20, Vandœuvre les Nancy Cedex, 54501, France.
(2) GeoRessources, UMR 7359 CNRS-Université de Lorraine, Ecole Nationale Supérieure de Géologie, Vandœuvre-lès-Nancy, France.
(@) romain.h@crpg.cnrs-nancy.fr

Les rampes de relais sur les bordures de rifts actifs sont des zones préférentielles pour la sédimentation depuis les bassins versants antécédents vers les dépôt-centres. Les liens entre tectonique et sédimentation dans ces zones de transfert se concentrent sur la modification du trajet des rivières et le transport de sédiments au pied des rampes. Nous étudions ici l'évolution de la sédimentation sur une rampe pour contraindre les mouvements verticaux associés et proposer un modèle 3D de propagation des failles normales.

Le rift de Corinthe (Grèce) est un laboratoire naturel pour étudier l'évolution des réseaux de failles le long de la marge sud du rift. La rampe d'Akrata s'est formée entre les failles "East Helike" (EHF) et "Derveni" (DF) au cours de la migration de l'activité tectonique vers le nord (Pléistocène moyen). Le soulèvement récent et l'incision de la rampe (jusqu'à 300 mètres) permettent la cartographie détaillée du secteur comprenant les éléments structuraux, sédimentaires et géomorphologiques. Nos données montrent que la rampe capture la rivière Krathis et dépose successivement les Gilbert deltas de Platanos (contrôlé par la faille Pirgaki-Mamoussia) et d'Akrata (sédimentation sur la rampe). Ces derniers se construisent respectivement vers le nord (Pléistocène inférieur à moyen) puis vers l'Est (Pléistocène moyen à actuel) et enregistrent la déviation de la rivière au cours de la croissance des failles EHF et DF. Nos coupes restaurées attestent que l'accommodation permettant la sédimentation sur la rampe est principalement créée par des failles transverses.

L'interprétation des profils sismiques haute résolution (Maurice Ewing 2001 geophysical survey, Taylor et al., 2011) montre différents styles de croissance et de comportement des failles (pli par propagation sur EHF; anticlinal de type rollover sur DF). Ces variations latérales mettent en évidence un contraste mécanique dans la croûte supérieure en lien avec les structures pré-existantes. Ces dernières ont directement influencé le style de propagation des failles et la formation de la rampe. Enfin la présence d'un dépôt-centre majeur offshore au niveau de la zone de transfert d'âge Pliocène-Pléistocène inférieur peut être expliqué par une structure antérieure scellée. La cinématique des failles montre que EHF et DF croissent indépendamment et graduellement. Le modèle de croissance des failles isolées (Walsh & Watterson, 1988) est donc applicable à notre cas d'étude.

Bibliographie:

- Taylor, B., Weiss, J.R., Goodliffe, A.M., Sachpazi, M., Laigle, M., Hirn., A., 2011. The structures, stratigraphy and evolution of the Gulf of Corinth rift, Greece. *Geophysical Journal International*, 185, 1189-1219.
- Walsh, J.J., Watterson, J., 1988. Analysis of the relationship between the displacements and dimensions of faults. *Journal of Structural Geology,* 10, 239-247.

# ÉTUDE DES PROCESSUS D'ALTÉRATION PAR LES SELS DE LA PIERRE RECONSTITUÉE DE L'ABBAYE D'ORVAL

Claire HENRY[(1)], Céline THOMACHOT-SCHNEIDER[(1,@)], Maxime GOMMEAUX[(1)], Gilles FRONTEAU[(1)], Toshiaki FUJIMAKI[(2)], Chiaki T. OGUCHI[(2)]

(1) GEGENAA, EA 3795, Université de Reims Champagne-Ardenne, 2 esplanade Roland Garros, 51100 Reims, France
(2) Geosphere Research Institute (GRIS), Université de Saitama, Sakura-ku, Saitama 338-8570, Japon
(@) celine.schneider@univ-reims.fr

L'Abbaye d'Orval, située dans le sud de la Belgique, a été principalement construite en trois matériaux. Deux pierres naturelles d'origine locale, le calcaire du Bajocien et le calcaire du Sinémurien, sont représentées dans les parties médiévales et modernes de l'Abbaye. Une pierre reconstituée a été produite lors de la dernière reconstruction (1933-1948) par mélange de fragments des deux pierres naturelles et de ciment, et utilisée en complément des pierres naturelles. La pierre reconstituée est particulièrement sensible à l'altération par les sels. L'objectif de ce travail est d'étudier les causes et processus de cette altération.

Les propriétés chimiques, pétrophysiques et thermiques des différents matériaux de l'Abbaye ont été étudiées. Une cartographie de la concentration en sels solubles a été réalisée sur un mur altéré de pierre reconstituée de l'Abbaye (à différentes hauteurs du mur et à différentes profondeurs). Cette identification a été complétée par des mesures de fluorescence X en surface du même mur ainsi que par des images thermiques (infra-rouge) visualisant les zones riches en sel.

En laboratoire, des échantillons des pierres reconstituées ont été soumis à une imbibition / évaporation continue pendant laquelle a été suivie l'évolution de la couleur de la surface de la pierre (système L*a*b*). En fin d'expérience, des mesures de fluorescence X ont été réalisées afin d'établir un profil de migration des sels solubles dans les échantillons.

Les résultats ont montré que certaines des caractéristiques physiques de la pierre reconstituée sont intermédiaires entre celles des deux pierres naturelles, tandis que d'autres (notamment les propriétés thermiques) sont très proches de celles du calcaire du Bajocien. Cependant, les analyses chimiques ont révélé que la pierre reconstituée, à l'état non altéré, contient des minéraux soufrés constituant une source de sels au sein même de la pierre. Ces sels peuvent être mobilisés par l'eau et migrer à travers la pierre, conduisant à son altération.

# FRACTIONNEMENT ISOTOPIQUE DANS LA CALCITE PRODUITE PAR LES COCCOLITHOPHORIDÉS : ASPECTS BIOGÉOCHIMIQUES ET IMPLICATIONS PALÉOCÉANOGRAPHIQUES

Michaël HERMOSO[1,@], Fabrice MINOLETTI[2], Harry McCLELLAND[1], Yaël CANDELIER[2], Giovanni ALOISI[3], Ros RICKABY[1]

(1) University of Oxford, Department of Earth Sciences, South Parks Road, Oxford OX1 3AN.
(2) UPMC (Univ. Paris 06) - UMR 7193 ISTeP, 4 place Jussieu, 75252 Paris CEDEX 05.
(3) UPMC (Univ. Paris 06) - UMR 7159 LOCEAN, 4 place Jussieu, 75252 Paris CEDEX 05.
(@) Michael.Hermoso@earth.ox.ac.uk

L'impact des processus physiologiques à la base de la calcification pélagique entraine des fractionnements cinétiques des isotopes du carbone et de l'oxygène dans les biominéraux comme les coccolithes. La distorsion entre le signal préservé dans l'archive sédimentaire et celui de l'eau de mer est désigné comme l'« effet vital ». Or, l'histoire géologique des climats et singulièrement de la composition de l'eau de mer est essentiellement établie à partir de l'analyse géochimique de des biominéraux fossilisés. Cette notion biogéochimique implique que cet enregistrement sédimentaire n'est pas totalement fidèle même si les approches long-terme s'affranchissent en partie du problème de l'effet vital avec des variations environnementales de plus grande ampleur que celle induites par la biologie. Le but de ce travail est d'étudier et de quantifier cette distorsion du signal primaire (eau de mer) par les processus physiologiques dans coccolithes par une compréhension mécanistique de l'effet vital dans les coccolithophoridés. Déterminer les facteurs qui guident les fractionnements - à l'échelle spécifique - pour reconstruire fidèlement la composition physico-chimique (y compris la température) de l'eau de mer permettra d'affiner les reconstitutions paléoclimatiques basées sur la géochimie des coccolithes ou sur l'analyse des fractions fines des sédiments pélagiques.

Pour ce faire, des souches calcifiantes de coccolithophoridés (Haptophyta) ont été soumis à une série d'expériences de perturbation en laboratoire afin de déterminer l'effet de modifications de la composition physico-chimique de l'environnement (température, *p*H, concentration en ions calcium, en carbone inorganique dissous et en macronutriments) sur les fractionnements isotopiques (C et O) des coccolithes.

Pour toutes ces expériences et pour toutes les espèces, le partionnement du carbone dans les voies de la photosynthèse et de la calcification semble être le principal facteur à l'origine des déséquilibres isotopiques dans les coccolithes. Au second plan, les mécanismes actifs utilisés par les cellules pour concentrer le carbone (sous forme de $CO_2$) dans le chloroplaste semblent être à l'origine de déséquilibres cinétiques qui peuvent atteindre 4‰ pour le fractionnement en carbone et en oxygène.

# STRATIGRAPHIE SÉQUENTIELLE ET ÉVÉNEMENTS PALÉOCLIMATIQUES AU COURS DE L'OAE DU TOARCIEN INFÉRIEUR

Michaël HERMOSO[1,@], Fabrice MINOLETTI[2], Pierre PELLENARD[3]

(1) University of Oxford, Department of Earth Sciences, South Parks Road, Oxford OX1 3AN.
(2) Université Paris 6 - UMR 7193 ISTeP, 4 place Jussieu, 75252 Paris 05.
(3) Université de Bourgogne - UMR 6282 Biogéosciences, 6 boulevard Gabriel, 21000 Dijon.
(@) Michael.Hermoso@earth.ox.ac.uk

Le diachronisme entre l'événement anoxique océanique du Toarcien inférieur et le dépôt de faciès *Black Shales* sur la plate-forme NW Européenne nous a amené à nous interroger sur les causes paléocéanographiques qui ont permis l'accumulation de très fortes teneurs (souvent >10%) de carbone organique dans les Schistes carton du Bassin de Paris. Adoptant une définition isotopique du T-OAE basée sur la dérive positive marquée des rapports isotopiques du carbone, il apparaît, en effet, que la majorité des faciès organiques ont été déposés en Europe après l'événement anoxique, à l'image du forage de Sancerre étudié ici (Programme GPF du BRGM).

Des analyses XRF et XRD à haute résolution sur l'intervalle Pliensbachien supérieur - Toarcien moyen confrontées aux données sédimentologiques ont permis de proposer un découpage séquentielle allant jusqu'au 4ème ordre (*sensu* [1]). Cette étude complète les travaux antérieurs sur ce forage dont la très bonne préservation des carbonates et la faible maturité de la matière organique ont permis de révéler la succession d'événements géochimiques et paléoclimatiques déclencheurs de l'anoxie sur la marge méridionale du Bassin de Paris [2-4].

Nos données suggèrent que, durant le T-OAE, l'expression de l'anoxie a été empêchée dans les mers épicontinentales européennes lorsque la tranche d'eau était insuffisante (*e.g.* bas niveau de la Zone à *tenuicostatum*). Néanmoins, l'excursion négative des rapports isotopiques du carbone qui correspond à une élévation forte de la $pCO_2$, a permis une stratification haline de la colonne d'eau et le dépôt transitoire de *Black Shales* à répartition stratigraphique sans doute globale. Cet événement montre en outre une augmentation notable des proportions de kaolinite soulignant une intensification du lessivage continental.

Lors de la transgression liasique (Zones à *falciferum* et *bifrons)*, l'approfondissement du bassin et l'ennoiement des surfaces épicontinentales a permis le dépôt de la majeure partie des *Black Shales* toarciens. Ces dépôts organiques présentent des cyclicités haute-fréquence remarquablement bien exprimées dans la concentration des éléments rédox tels que le fer ou le vanadium. La nature de ces cycles et l'identification du processus forçant restent à déterminer par une analyse cyclostratigraphique, mais il apparaît vraisemblable que la disponibilité en oxygène dans la colonne d'eau se soit faite via un contrôle orbital comme suggéré sur d'autres coupes contemporaines [5].

[1] de Graciansky, J.C. *et al*., 1998, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication 60. [2] Hermoso, M. *et al*., 2009a, Earth and Planetary Science Letters, v. 277, p. 194–203. [3] Hermoso, M. *et al*. 2009b, Paleoceanography, v. 24, art. PA4208. [4] Hermoso, M. *et al*. 2012, Earth and Planetary Science Letters, v. 319, p. 45–54. [5] Kemp, D. *et al*., 2011, Paleoceanography, v. 26, art. PA4210.

# PLATE FORME CARBONATEE MESSINIENNE DE LA TUNISIE : ETUDE BIOSEDIMENTOLOGIQUE

Sihem HLEL[1,@] et Beya MANNAÏ-TAYECH[1]

(1) Département de géologie faculté des sciences de Tunis
(@) sihemhlel@gmail.com

Une analyse pluridisciplinaire lithologique, sédimentologique, faunistique et minéralogique des séries messéniennes et des corrélations établies le long des régions côtières tunisiennes ont été tentées pour mettre de la lumière sur le mode de dépôt et la nature d'environnement et du climat régnant à la fin du Miocène.

Plusieurs coupes ont été étudiées le long des cotes tunisiennes, Sur le plan lithologique, le Messinien marin est caractérisé par des calcaires beiges à blanchâtres parfois gréseux, oolitiques avec des niveaux très fossilifères. Ils sont intercalés par des lits d'argiles jaunes-verdâtres bioclastiques. Les niveaux supérieurs deviennent plus argileux et par endroit s'enrichissent en gypse.

Le Messinien en Tunisie repose généralement sur les sables de Somaa d'âge Tortonien supérieur. Il correspond aux deux formations suivantes :

La formation Beni Khiar avec, à la base, des argiles à intercalation de sable et de grés et par endroits (Golfe de Gabès) des calcaires à intercalations d'argiles. Sur ces intercalations reposent des calcaires oolithiques à bioclastiques intercalant par fois des argiles fossilifères à azoïques vers le sommet de la série.

La formation Oued el Bir / Oued Bel Khédim qui surmontent celle de Beni Khiar correspondent à des argiles à intercalations de sables et de grés et par endroits (Golfes de Bizerte et de Gabès) à intercalations de lentilles gypseuses.

Le contenu faunistique correspond à une riche macrofaune faite essentiellement de bivalves, de gastéropodes, de stromatolithes, de serpulidés et de dents de poisson.

L'analyse de microfaciès montre, outre la fréquence des oolithes, des bryozoaires, des algues rouges, des foraminifères benthiques et des débris de bioclastes. Au Cap Bon, les niveaux supérieurs de la série carbonatée (Formation Beni Khiar) ont livré une rare faune planctonique (Globigérine). La texture de ces calcaires est de type pack à grainstone.

Ce faciès indique un milieu de dépôt de type plate forme carbonatée barrée. Ceci est confirmé par les résultats de la calcimetrie qui nous ont aussi montré que ce milieu est caractérisé par une tranche d'eau généralement faible avec tendance à la régression vers le sommet.

Par ailleurs, les associations des minéraux argileux identifiées suggèrent un environnement à climat chaud à tendance à l'aridité (illite et attapulgite) avec des périodes de forte pluviométrie (smectite). Les données palynologiques (travaux en cours) confirment ces résultats (Richesse en herbacées et en pollen d'Ephedra).

# MODELISATION DE L'IMPACT DE LA FERMETURE DE LA NEO-TETHYS SUR L'EARLY EOCENE CLIMATIC OPTIMUM

Guilhem HOAREAU[1,@], Brahimsamba BOMOU[1,2], Nicolas CARRY[1], Didier MARQUER[1,2], Douwe J.J. VAN HINSBERGEN[3], Yannick DONNADIEU[4], Guillaume LE HIR[2], Bruno VRIELYNCK[5], Anne-Véronique WALTER-SIMONNET[1]

(1) UMR-CNRS 6249 Chrono-environnement, Université de Franche-Comté, 16 route de Gray, 25030 Besançon Cedex, France
(2) Institut de Physique du globe de Paris, 4 place Jussieu 75005 Paris, France
(3) Department of Earth Sciences, Utrecht University, Budapestlaan 4, 3584 CD Utrecht, the Netherlands
(4) LSCE/UVSQ/IPSL CEA Saclay, Orme des Merisiers, F-91191 Gif-sur-Yvette, France
(5) UMR 7193 - ISTEP (CNRS-UPMC), 4 place Jussieu, F-75252 Paris cedex 05, France
* Adresse actuelle : LFC-R, UMR 5150, Université de Pau et des Pays de l'Adour, avenue de l'Université BP 1155, 64013 Pau Cedex, France
(@) guilhem.hoareau@univ-pau.fr

La période 60-50 Ma montre une augmentation progressive des températures globales (+4 à +6°C), atteignant un optimum au début de l'Eocène (Early Eocene Climatic Optimum ou EECO, 53-50 Ma), intervalle le plus chaud du Cénozoïque [1]. Les traceurs géochimiques et la modélisation suggèrent des concentrations élevées en $CO_2$ atmosphérique lors de l'EECO [e.g., 2]. Plusieurs explications à de telles concentrations ont été avancées : dégazage volcanique accru (NAIP, [3]), production de $CO_2$/$CH_4$ en contexte tectonique extensif (Cordillère NW Américaine [4]) ou compressif (collision Inde-Eurasie [5]), altération silicatée réduite [6]... Récemment, il a également été proposé que la fermeture de la Téthys ait fortement contrôlé les climats du Crétacé et de l'Eocène à travers la subduction d'importants volumes de carbonates pélagiques et leur recyclage en $CO_2$ aux arcs volcaniques [7,8].

Pour détailler l'impact de la fermeture de la Téthys sur l'EECO, nous avons construit un modèle calculant le volume de sédiments subductés et la quantité de $CO_2$ et $CH_4$ émis au niveau des arcs volcaniques le long de la marge nord-Téthysienne. Ce modèle prend en compte l'épaisseur, la teneur en carbonates et en matière organique des sédiments, les vitesses de subduction de l'Inde, de l'Arabie et de l'Afrique et le degré de décarbonation sous les arcs. L'effet de la collision Inde-Eurasie a également été considéré par l'utilisation d'une géométrie simple de marge passive. Nos résultats indiquent que le dégazage de $CO_2$ a pu atteindre des valeurs de $1.55 \times 10^{18}$ mol/Ma durant l'EECO, ~4 à 35% plus élevé que le dégazage volcanique global actuel, en raison d'une augmentation brutale de la convergence Inde-Eurasie. De plus, la subduction de grandes épaisseurs de sédiments localisées sur la marge passive de la 'Greater India' sous l'Eurasie à ~55-50 Ma a pu permettre le dégazage de $3.35 \times 10^{18}$ mol/Ma durant l'EECO, correspondant à 85% du dégazage de $CO_2$ actuel. Ces flux élevés tendent à conforter le rôle de la convergence Inde-Eurasie sur l'EECO.

La validité de ces résultats est actuellement testée par l'intégration des flux de $CO_2$ calculés dans un modèle de cycles biogéochimiques du carbone (COMBINE) couplé à un modèle de circulation générale (FOAM).

[1] Zachos et al., 2001. *Science* 292, 686-692; [2] Breecker et al., 2010. *PNAS* 170, 576-580; [3] Eldholm and Thomas, 1993. *EPSL* 117, 319-329; [4] Kerrick and Caldeira, 1998. *Chem. Geol.* 145, 213-232; [5] Beck et al., 1995. *Geology* 23, 387-390; [6] Kent and Muttoni, 2013. *Clim. Past* 9, 525-546; [7] Kent and Muttoni, 2008. *PNAS* 105, 16065-16070; [8] Johnston et al., 2011. *EPSL* 303, 143-152.

# LATE QUATERNARY SEDIMENTATION AND ACTIVE FAULTING IN THE WESTERN TIP OF THE GULF OF CORINTH, GREECE

Aurélia HUBERT-FERRARI[(1)], Arnaud BECKERS[(1,2,3,@)], Christian BECK[(2)], Sarah BODEUX[(1)], Efthymios TRIPSANAS[(4)], Dimitris SAKELLARIOU[(4)], Marc DE BATIST[(5)], Koen DE RYCKER[(5)], Pascale BASCOU[(5)], Willem VERSTEEG[(5)]

(1) Dpt. of Physical Geography and Quaternary, University of Liège, B-4000 Liège, Belgium.
(2) ISTerre, CNRS UMR 5275, University of Savoie, F-73376 Le Bourget du Lac, France.
(3) FRIA, Brussels, Belgium.
(4) Institute of Oceanography, Hellenic Center of Marine Research, GR-19013 Anavyssos, Greece.
(5) Renard Centre of Marine Geology, University of Gent, B-9000 Gent, Belgium.
(@) abeckers@ulg.ac.be

The Gulf of Corinth is one of the fastest-spreading intracontinental rifts on Earth. Present day kinematics (GPS data) indicates an opening direction oriented NNE-SSW and an opening rate increasing westward from 11 mm $y^{-1}$ in the central part to 16 mm $y^{-1}$ in the westernmost part. A significant part of the deformation is localized offshore, where the fault geometry was not well known yet. The high extension rate would imply a high seismic hazard if faults are not creeping. We propose an accurate map of submarine faults in the western extremity of the Gulf of Corinth. The map is based on two high-resolution seismic reflection surveys (single channel sparker) performed aboard HCMR's R/V ALKYON, within the frame of SISCOR ANR Project. About 600 km of seismic lines were acquired, with a 200 msTWTT maximum penetration down to what we infer to represent the MIS 5 discontinuity.

Depocenters location is controlled by river deltas where up to 75m of post-LGM sediments are stored. Numerous, up to 15m thick, mass transport deposits fill the central and eastern parts. In the eastern part, the sedimentary infill is faulted by the known North Eratini, South Eratini and West Channel faults. At the longitude of the Trizonia Island, the seafloor is mainly horizontal and the only fault is the south dipping Trizonia fault. Between the Trizonia Island and the Mornos Delta, the shallower northern part of the gulf shows a diffuse pattern of deformation with faults striking mainly E-W and ESE-WNW. It shows south and north dipping normal faults, strike-slip faults, as well as an inherited basement relief. To the West, three young grabens have been identified, striking NE-SW and W-E. The northern, 6 km long, fault in this grabens system shows a clear strike-slip component (fig.1).

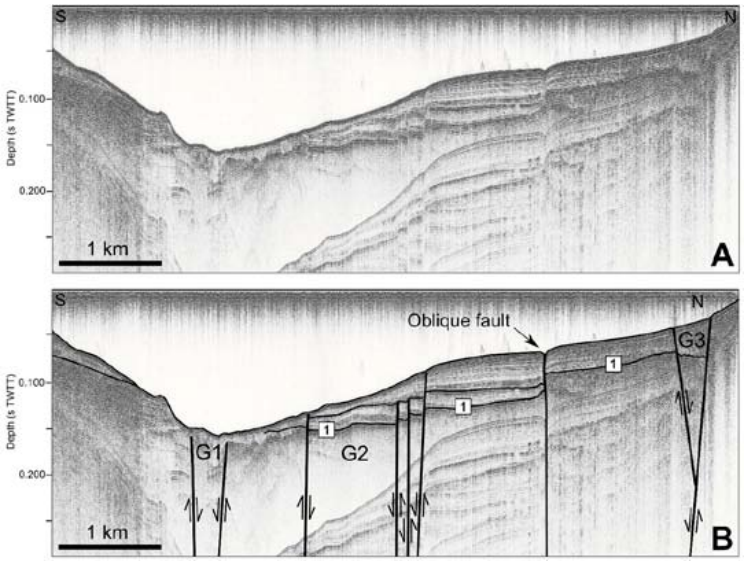



*Figure 1 - (A) S-N seismic profile in the western tip of the Gulf of Corinth and (B) its interpretation. The main tectonic structures in this area are 3 active grabens (G1, G2, G3) and an oblique fault. Horizon 1 is interpreted as the Holocene transgression surface (11.5 kyr BP).*

# TAPHONOMIE GISEMENTS PERMIENS ET TRIASIQUES DU SYTÈME KAROO (ZAMBIE ET TANZANIE)

Sébastien HUERTAS[1,@], Loïc SEGALEN[1], Jean Sébastien STEYER[2]

(1) UMR 7193 ISTeP, UPMC-CNRS, 4 place Jussieu, 75005 Paris, France
(2) UMR 7207 CR2P MNHN-UPMC-CNRS, 8 rue Buffon, 75005 Paris France
(@) sebastien.huertas@etu.upmc.fr

De récents travaux de terrain dans la Formation de N'tawere du bassin de Luangwa en Zambie, du Membre Lifua de la Formation Manda et de la Formation Usili dans le bassin Ruhuhu en Tanzanie ont permis : i) la découverte des faunes terrestres post-crises endémiques incluant de nouveaux synapsides, des archosauriformes et des temnospondyles, et ii) des corrélations biostratigraphiques avec des niveaux d'Afrique du Sud indiquent que la Formation N'tawere et le Membre Lifua sont d'âge Anisien (base du Trias moyen) et que la Formation Usili est d'âge Permien supérieur. L'étude taphonomique de ces dépôts zambiens et tanzaniens, a été effectuée sur des spécimens de temnospondyles à travers des observations paléohistologiques et des analyses biogéochimiques. Le matériel, composé de grandes mâchoires de Mastodonsauroidea indet. et d'une mandibule fragmentaire de *Peltobatrachus pustulatus*, est particulièrement intéressant: la microstructure osseuse a conservé à la fois le réseau vasculaire (canaux de Havers) et cellulaires (ostéocytes, caniculi), ainsi que des zones de fixation musculaire (fibres de Sharpey) et des lignes d'arrêt de croissance. Ces structures indiquent des taux métaboliques relativement élevés pour de tels « amphibiens » poïkilothermes ectothermes. Les analyses biogéochimiques des éléments majeurs et traces (Ca/P, [F], [Sr], [Ba], [Fe], [Mn]) ainsi que les observations en MEB et en cathodoluminescence optique montrent que la minéralogie et les compositions chimiques des restes étudiés ont subi une modification post-mortem. L'os haversien est rempli de cristallisations secondaires (Oxydes de Fe et Mn, Barytine, Calcite), tandis que la carbonate hydroxylapatite est transformée en francolite.

# IMPACT DES RACINES VIVANTES ET CALCIFIÉES SUR LES RECONSTRUCTIONS DE TEMPÉRATURES DANS LES ARCHIVES CONTINENTALES

Arnaud HUGUET[1,@], Martina GOCKE[2], Sylvie DERENNE[1],
Céline FOSSE[3], Guido L.B. WIESENBERG[4]

(1) BioEMCo, UMR 7618, CNRS/UPMC, 4 place Jussieu, 75252 Paris cedex 05, France
(2) Department of Agroecosystem Research, BayCEER, Université de Bayreuth, Bayreuth, Allemagne
(3) Chimie ParisTech (ENSCP), Laboratoire de Spectrométrie de Masse, 11 rue Pierre et Marie Curie, 75231 Paris cedex 05, France
(4) Université de Zürich, Département de Géographie, Zürich, Suisse
(@) arnaud.huguet@upmc.fr

Les archives continentales sont particulièrement importantes pour la reconstruction des environnements passés. Cependant, ces reconstructions peuvent être faussées par la présence de racines calcifiées (rhizolithes), plus jeunes que le sédiment terrestre environnant et qui peuvent être particulièrement abondantes (jusqu'à 200 $m^{-2}$). Les tetraéthers de glycérol à chaînes alkyles ramifiées font partie des marqueurs de température de plus en plus utilisés dans les archives terrestres. Ce sont des lipides complexes découverts récemment dans les sols et biosynthétisés par des bactéries encore inconnues à ce jour. La niche écologique des microorganismes sources de ces lipides reste à déterminer, ce qui permettrait d'interpréter en toute confiance les données climatiques obtenues à partir des tetraéthers. Le but de cette étude était (i) d'obtenir plus d'informations sur les bactéries sources des tetraéthers et (ii) d'étudier l'impact de la présence de racines sur les températures obtenues à partir des tetraéthers. Pour ce faire, ces composés ont été analysés dans des systèmes racinaires d'origines et d'âges différents. Des racines calcifiées et non-calcifiées, vivantes et mortes, ont été sélectionnées. Ces échantillons ont été prélevés au niveau de 2 sites forestiers, l'un sableux et l'autre loessique, situés à Sopron (Hongrie). Des échantillons de racines non-calcifiées et de sols autour de ces dernières ont été prélevés entre 0 et 0,5 m de profondeur au niveau du site sableux. Des racines calcifiées ont été prélevées à 1,5-1,8 m et 1,8-2,5 m de profondeur au niveau des deux sites. Des échantillons de sédiments sans racines visibles (i.e. de référence) ont également été prélevés à 50-70 cm de profondeur des rhizolithes.

Concernant les deux sites hongrois, nous avons observé que les tetraéthers bactériens étaient particulièrement abondants au niveau des racines fines (<2 mm) ainsi qu'autour de ces dernières et étaient moins abondants au niveau des racines, calcifiées ou non, de plus large diamètre. Cela suggère que les bactéries biosynthétisant les tetraéthers sont associées à la surface des racines et se nourrissent principalement des restes racinaires dans les racines vivantes. Cette hypothèse est en accord avec les résultats obtenus pour des systèmes racinaires anciens (environ 3000 ans) que nous avons prélevés à Nussloch (Allemagne), et où les tetraéthers sont plus abondants au niveau des rhizolithes que dans la rhizosphère ou le sédiment de référence.

Les températures de l'air estimées à partir des tetraéthers sont comparables dans les racines et la rhizosphère pour les échantillons prélevés en surface. Une tendance opposée est observée dans les sols profonds, où les températures reconstruites à l'aide des tetraéthers sont plus élevées pour le matériel de référence que pour les rhizolithes. Cette tendance semble pouvoir être généralisée, puisqu'elle a été observée au niveau des deux sites étudiés malgré une minéralogie contrastée. En conclusion, dans les sols profonds, la présence de racines semble influencer les températures reconstruites à partir des tetraéthers dans et près des racines. Contrairement aux sols profonds, la densité de racines est très élevée dans les sols de surface, ce qui pourrait expliquer pourquoi les températures obtenues à partir des tetraéthers sont comparables au niveau des racines et aux alentours de ces dernières.

# UTILISATION DE LIPIDES COMPLEXES (ALKYL TETRAÉTHERS DE GLYCÉROL) COMME MARQUEURS DE TEMPÉRATURE EN MILIEU AQUATIQUE : CAS D'ÉTANGS GUADELOUPÉENS

Arnaud HUGUET[1,@], Imène BELMAHDI[1], Vincent GROSSI[2], Céline FOSSE[3], Sylvie DERENNE[1]

(1) BioEMCo, UMR 7618, CNRS/UPMC, 4 place Jussieu, 75252 Paris cedex 05, France
(2) Laboratoire de Géologie de Lyon, UMR 5276, CNRS/Université Claude Bernard Lyon 1, 2 rue Raphaël Dubois, 69622 Villeurbanne, France
(3) Chimie ParisTech (ENSCP), Laboratoire de Spectrométrie de Masse, 11 rue Pierre et Marie Curie, 75231 Paris cedex 05, France
(@) arnaud.huguet@upmc.fr

Les alkyl tetraéthers de glycérol sont des lipides complexes présents dans les membranes des Archaea et de certaines bactéries. Les membranes des Archaea sont principalement constituées de chaînes isopréniques liées au glycérol par des liaisons éthers. Schouten et al. (2002) ont montré que la distribution relative des différents tetraéthers d'Archaea variait avec la température de surface des océans et ont défini un marqueur environnemental permettant de reconstruire les températures à la surface de l'eau : le $TEX_{86}$. Récemment, un autre type de tetraéthers, constitués de chaînes alkyles ramifiées mais non isopréniques, a été mis en évidence dans les tourbières. Cette nouvelle famille de tetraéthers serait produite dans les sols par des bactéries encore non identifiées à ce jour. L'analyse d'un grand nombre de sols a permis de montrer que le degré de méthylation des tetraéthers bactériens (MBT) dépendait principalement de la température de l'air et dans une moindre mesure du pH, alors que le degré de cyclisation des tetraéthers (CBT) est fonction du pH (Weijers et al., 2007). Les tetraéthers bactériens peuvent donc être utilisés comme marqueurs paléoclimatiques. Néanmoins, leur applicabilité dans les milieux aquatiques reste à confirmer.

Le but de cette étude était d'examiner la distribution des tetraéthers dans des sédiments provenant de 4 étangs guadeloupéens. Deux de ces étangs sont localisés sur l'île de Grande-Terre et les 2 autres sur l'île de la Désirade (10 km de Grande-Terre). Nous avons observé que la distribution des tetraéthers présentait des différences majeures entre les 4 étangs, comme démontré par les valeurs plus élevées de MBT et $TEX_{86}$ dans les sédiments de la Désirade que dans ceux de Grande-Terre. Ces différences se reflètent dans les valeurs de températures reconstruites à partir des tetraéthers. Ainsi, les températures estimées à partir de ces composés dans les sédiments de la Désirade sont en accord avec la température moyenne annuelle de l'air enregistrée en Guadeloupe (26 °C). Au contraire, les températures obtenues à partir des sédiments de Grande-Terre sont nettement inférieures (15-20 °C) à celle attendue. La nature des communautés archéennes diffère entre les 2 îles, ce qui peut expliquer l'écart observé au niveau des températures reconstruites à partir des tetraéthers archéens entre les 4 étangs. Par ailleurs, les tetraéthers bactériens semblent principalement provenir des sols environnants à la Désirade, contrairement à Grande-Terre où une proportion non négligeable de composés sont a priori produits dans la colonne d'eau et /ou le sédiment. Cette origine différente des tetraéthers bactériens dans les sédiments de Grande-Terre et de la Désirade a une influence directe sur les températures reconstruites. Au final, les résultats de cette étude montrent qu'il est indispensable de déterminer l'origine des tetraéthers avant de les utiliser comme marqueurs de température dans les milieux aquatiques.

Bibliographie

Schouten et al., 2002. Earth Planet. Sci. Lett. 204, 265-274.
Weijers et al., 2007. Geochim. Cosmochim. Acta 71, 703-713.

# ARCHIVES SEDIMENTAIRES DES PALEOARSTS : OUTILS D'ENREGISTREMENT DES NIVEAUX DE BASE LOCAUX ET RECONSTITUTION GEODYNAMIQUE DES PLATEFORMES CARBONATÉS : EXEMPLE DU CRÉTACÉ AU NÉOGÈNE LANGUEDOCIEN.

Eglantine HUSSON[(1)], Michel SÉRANNE[(1,@)], Hubert CAMUS[(2)], Pierre-Jean COMBES[(1)], Renaud COUËFFÉ[(3)], Mihaela Carmen MELINTE-DOBRINESCU[(4)], Marie-José FONDECAVE-WALLEZ [(5)], Bernard PEYBERNÈS[(1)]

(1) Géosciences Montpellier, Université Montpellier 2, 34095 Montpellier, France.
(2) Cenote, Val de Gour, 30000, Nîmes, France.
(3) BRGM – Georesources Division, 45060 Orléans, France.
(4) National Institute of Marine Geology and Geo-ecology (GEOECOMAR), 23-25 Rue Dimitrie Onciul, Bucharest, RO-024053 Roumanie.
(5) Géosciences Environnement Toulouse, Université Paul-Sabatier, 14 avenue Edouard-Belin, 31400, Toulouse, France.
(@) michel.seranne@gm.univ-monpt2.fr

Depuis le dépôt de la plateforme carbonatée téthysienne, la région du Languedoc a subi une histoire tectonique complexe et polyphasée, entrainant de nombreuses phases de karstification successives.

L'étude du remplissage sédimentaire des paléokarsts permet d'identifier les épisodes de karstification et (dans certains cas) de les dater. C'est aussi un marqueur pour quantifier les variations du niveau de base local responsable de sa formation et de son comblement. La position du niveau de base dépend de i) l'eustatisme, ii) les mouvements verticaux, et iii) la des processus de dessiccation/ennoyage de bassins endoréiques. L'étude des paléokarsts permet ainsi de rechercher la cause de leur formation.

En Languedoc, il existe 3 paléokarsts créés par la géodynamique :

- Le paléokarst à bauxite, dont le remplissage caractéristique permet de le différencier facilement, a été créé par une surrection des Cévennes de plus de 1600m, causant le décapage de la couverture marneuse néocomienne en amont et le dépôt des bauxites en aval. L'épisode géodynamique classiquement rattaché à la formation du paléokarst à bauxite est le bombement de l'Isthme Durancien.

- Le paléokarst à remplissage marin Paléocène inférieur nous indique des variations du niveau de base local d'au moins 350m dans la zone amont, sud-cévenole. L'hypothèse proposée pour expliquer ces variations de niveau de base largement supérieures aux variations eustatiques dans une zone faiblement déformée, s'inspire de l'évènement messinien, avec la formation au Paléocène inférieur d'un bassin endoréique à seuil, soumis à une succession d'assèchements et d'ennoiements.

- Le paléokarst à remplissage de sédiments détritiques d'origine cévenole, au Miocène inférieur constitue le témoin de grandes paléosurfaces fluviatiles mises en place à la suite de l'ouverture du Golfe du Lion et de la transgression Burdigalienne. La position de ces paléosurfaces perchée par rapport à l'incision des canyons (rapporté au Serravalien-Tortonien) nous permet : i) de déterminer l'amplitude des variations du niveau de base et ii) de quantifier les mouvements verticaux de part et d'autre des zones de faille. Ce paléokarst enregistre une surrection de plus de 400 mètres dans l'arrière pays, près de 250m dans les blocs faillés intermédiaires et quelques dizaines de mètres dans la zone aval.

Le report de ces paléo-niveaux de base locaux sur des coupes équilibrées et restaurées, nous permet de contraindre et d'acquérir de nouvelles informations sur les déformations géodynamiques qu'a subi la plateforme Tethysienne.

# LA MODÉLISATION GEOLOGIQUE 3D D'UNE ZONE STRUCTURALLEMENT COMPLEXE (LANGUEDOC, S. FRANCE): UN OUTIL POUR AMELIORER LA CONNAISSANCE DES MASSIFS KARSTIFIES.

Eglantine HUSSON[(1)], Gabriel COURRIOUX[(2)], Antonio GUILLEN[(2)],
Michel SÉRANNE[(1,@)], Renaud COUËFFÉ[(2)],

(1) Géosciences Montpellier, Université Montpellier 2, 34095 Montpellier, France.
(2) BRGM, 3 avenue C. Guillemin, 45060 Orléans Cedex 2, France.
(@) michel.seranne@gm.univ-monpt2.fr

Une partie significative de la ressource en eau du Languedoc (S. France) se trouve dans les carbonates karstifiés, d'âge principalement Jurassique, de la plate forme carbonatée sur la marge Tethysienne. La région est structuralement complexe, résultant d'une tectonique de couverture polyphasée. Depuis le Crétacé « moyen », on connait plusieurs phases de karstification qui ont affectées ces carbonates lorsqu'ils étaient exposés. Le besoin croissant de la demande en eau nous pousse à cibler les karsts profonds enfouis sous couverture. De manière à localiser ces réservoirs potentiels, ainsi que leur géométrie 3D et leur connectivité, nous utilisons la modélisation géologique 3D, intégrant des données 1D et 2D inégalement répartie et de qualité hétérogène.

Le modèle couvre une surface de 30 x 70 km permettant de rendre compte de la complexité structurale et d'une épaisseur de 5.5 km de manière à inclure toute la pile stratigraphique post-Paléozoïque. Les données disponibles sont : les cartes géologiques du BRGM (1/250 000 et 1/50 000), environ 250 km de profils sismiques réfection retraitée, 14 forages d'exploration pétrolière et 693 puits profonds d'une dizaine à une centaine de mètres. Dans les zones dépourvues de données sismiques, des coupes ont été dessinées depuis la géologie de surface. Le modèle se découpe en 12 étages lithostratigraphiques distinguant les formations réservoirs et couvertures.

La modélisation effectuée avec *GeoModeller 3D* © nous permet de vérifier les incohérences entre les données d'entrées. De plus, il existe plusieurs difficultés que le logiciel nous permet de dépasser, notamment concernant les zones pauvrement documentées, sans imagerie sismique, loin des données de forages, et recouverte par des alluvions récentes. Dans ce cas, le modèle calcule la solution géométrique la plus simple en interpolant les données les plus proches. Une telle solution peut être confirmée ou infirmée par l'utilisateur, en accord avec son interprétation géologique.

Une fois qu'une cohérence géologique et géométrique est atteinte pour le modèle 3D, l'enjeu est de vérifier si ce modèle construit est un modèle cohérent avec des données indépendantes qui n'ont pas été utilisées dans la modélisation 3D. Dans notre étude, on confronte le modèle 3D au champ gravimétrique régional. Pour cela, le logiciel calcule la réponse gravimétrique du modèle 3D auquel on associe les valeurs de densité mesurées expérimentalement pour chaque formation. On compare ce résultat au champ gravimétrique.

Le modèle géologique final cohérent avec l'inversion gravimétrique peut alors être envisagé comme un modèle correct. Celui-ci est ensuite exploré de manière à situer la position actuelle des massifs carbonatés ainsi que leurs connexions. Par exemple, au Sud de Montpellier, l'extension Sud-Ouest de la faille de Nîmes peut être identifiée sous la couverture Miocene à Quaternaire. Les dépôts silteux aquitard oligo-miocène du bloc supérieur contre le bloc inférieur karstifié constituent une barrière et provoquent une bifurcation vers le sud des écoulements.

En perspectives, la restauration tectonique du modèle 3D nous permettra de revenir aux déformations antérieures et de suivre l'évolution des karstifications successives à travers le temps et l'espace.

# ENREGISTREMENT DES RELATIONS TECTONIQUE-SEDIMENTATION DANS LES PALEOKARSTS DU LANGUEDOC (SUD DE LA FRANCE).

Eglantine HUSSON[(1)], Michel SÉRANNE[(1,@)], Hubert CAMUS[(2)], Pierre-Jean COMBES[(1)], Renaud COUËFFÉ[(3)], Mihaela Carmen MELINTE-DOBRINESCU[(4)], Marie-José FONDECAVE-WALLEZ [(5)], Bernard PEYBERNÈS[(1)]

(1) Géosciences Montpellier, Université Montpellier 2, 34095 Montpellier, France.
(2) Cenote, Val de Gour, 30000, Nîmes, France.
(3) BRGM – Georesources Division, 45060 Orléans, France.
(4) National Institute of Marine Geology and Geo-ecology (GEOECOMAR), 23-25 Rue Dimitrie Onciul, Bucharest, RO-024053 Roumanie.
(5) Géosciences Environnement Toulouse, Université Paul-Sabatier, 14 avenue Edouard-Belin, 31400, Toulouse, France.
(@) michel.seranne@gm.univ-monpt2.fr

Les paléokarsts sont principalement étudiés pour leur potentiel réservoir. Ils constituent aussi des objets d'enregistrement des variations du niveau de base au cours du temps : ils se forment pendant la baisse du niveau de base et piègent des sédiments internes pendant la remontée du niveau de base. Ces oscillations sont régies par i) l'eustatisme, ii) les mouvements verticaux et iii) par le processus de dessiccation/ennoyage des bassins endoréiques. En analysant les amplitudes de variations du niveau de base au sein des paléokarsts et en datant les sédiments internes, ils deviennent des outils d'enregistrement de la géodynamique.

Les massifs carbonatés mésozoïques sont fortement karstifiés dans le Sud de la France. Ils ont subi des événements successifs de karstfication en relation directe avec une géodynamique complexe et polyphasée. Cartographier les paléo-lignes de rivage et corréler des sédiments continentaux avec des systèmes karstiques nous permet de reconstruire les paléo-profils amont-aval pour chaque épisode de formation des paléokarsts. L'étude des profils successifs nous permet de déterminer l'amplitude des variations du niveau de base et de quantifier les mouvements verticaux de part et d'autre de zones de faille ou de flexures. Cette méthodologie a été principalement développée sur 2 paléokarsts :

1) La présence de remplissage sédimentaire marin paléocène dans des cavités karstiques requiert une baisse du niveau de base (karstification) suivie par une remontée (remplissage) d'une amplitude au moins égale à l'extension verticale (> 350 m) du système karstique fossilisé par ces sédiments. Les foraminifères et les nannofossiles paléocènes inférieurs trouvés dans le remplissage semblent indiquer jusqu'à 3 variations du niveau de base durant cette période. L'amplitude de cet événement excède largement les oscillations eustatiques et la répétition et la vitesse de ces variations exclue des mouvements tectoniques. L'hypothèse retenue pour la formation de ce paléokarst met en jeu des cycles de dessiccation/ennoyage d'un bassin à seuil.

2) Au Miocène supérieur (postérieur au Langhien et antérieur au Messinien), le paléo-profil amont aval, marqué par des sédiments résiduels fluviaux-karstiques est affecté par une surrection atteignant plus de 400 mètres dans l'arrière pays, les blocs faillés en position intermédiaire sont surélevés de près de 250m, alors que le paléo-rivage subit une régression >10 km pour un uplift modéré (<100 m).

Pour les 100 derniers Ma, nous corrélons les modifications du profil amont-aval causée par les changements du niveau de base avec la connaissance de la géodynamique du Sud de la France. Cette approche constitue un outil pour investiguer la géodynamique grâce à l'enregistrement sédimentaire du karst dans d'autres régions.

# CONTRÔLES LITHOSTRUCTURAL ET MAGMATIQUE DES MINÉRALISATIONS DE LA RÉGION D'AMEZMIZ (HAUT ATLAS OCCIDENTAL, MAROC)

Saïd ILMEN [1,@], Abdelkhalek ALANSARI[1], Amine BAJDDI[2],
Aomar ENNACIRI[3], Lhou MAACHA[3]

(1) Laboratoire Dynamique de la Lithosphère et Genèse des Ressources Minérales et Énergétiques.
(2) Compagnie Minière de Guemassa, Holding Minier de Managem, Marrakech, Maroc.
(3) Holding Minier de Managem, Twin Center Casablanca.
(@) said.ilmen@edu.uca.ma

La région d'Amizmiz localisée dans le flanc nord du massif ancien du Haut Atlas Occidental à environ 85 km au sud-ouest de la ville de Marrakech est connue depuis les années vingt du 20ème siècle par ses minéralisations économiquement exploitables. Il s'agit en l'occurrence du gisement type skarn à Mo-W-Cu d'Azegour lié à la mise en place du granite permien dans les formations volcano-carbonatées du Cambrien inférieur, le gisement filonien à Pb-Zn-Ag encaissée dans les formations volcano-carbonatées du Jbel Erdouz et les minéralisations filoniennes à Zn-Pb-Cu-Ag d'Assif El Mal. Les minéralisations inventoriées dans cette région paraissent être préférentiellement hôtes dans les formations carbonatées d'âge Cambrien inférieur.

Hormis ces gisements dont les conditions de mise en place sont indiscutables, la région renferme d'autres minéralisations polymétalliques (Cu-Pb-Zn-Au-Ag-Bi…) dont la définition typologique est en cours et paraissent avoir un lien génétique avec le magmatisme permien. Il s'agit en l'occurrence du gisement d'Amensif, dont la minéralisation polymétallique à Cu-Pb-Zn-(Ag±Au) est encaissée dans les carbonates du Cambrien inférieur et de la shear zone aurifère de Talat n'Imjjad marquée par une association métallique à Au-Cu-Bi-Te-Se d'affinité magmatique.

Les formations lithostratigraphiques du district sont constituées dans leur quasi-totalité par un matériel volcano-sédimentaire déposé dans le bassin cambro-ordovicien à forte subsidence.

Ces terrains sont affectés par une déformation hercynienne ductile polyphasée dans un climat métamorphique épizonal. Cette déformation est marquée par trois phases plicatives majeures ($D_1$, $D_2$ et $D_3$). La déformation cassante est marquée par deux grands accidents régionaux (Erdouz et Al Medinet) de directions ENE-WSW et WNW-ESE. Ces accidents paraissent jouer un rôle capital dans la mise en place des minéralisations à Pb-Zn-Cu-Ag-Ba.

En résumé, La mise en place de ces minéralisations est contrôlée par la juxtaposition d'au moins deux des trois facteurs suivants : contrôle lithostratigraphique, structural et magmatique.

# STRATIGHRAPHIE SÉQUENTIELLE ET ARCHITECTURE SÉDIMENTAIRE HAUTE RÉSOLUTION DE L'OOLITHE BLANCHE DU BASSIN PARISIEN

Benoît ISSAUTIER[(1,@)], Eric LASSEUR[(1)], Yasin MAKHLOUFI[(2)],
Pierre-Yves COLLIN[(3)] et Yves-Michel LE NINDRE[(4)]

(1) BRGM, Unités de géologie des bassins sédimentaires et stockages, 3 avenue Claude Guillemin 45060 Orléans
(2) UPMC, Equipe évolution et modélisation des bassins sédimentaires, 4 place Jussieu 75005 Paris
(3) Université de Bourgogne, Equipe systèmes, environnements et dynamique sédimentaire, 6 bd Gabriel 21000 Dijon
(4) yc.lenindre@wanadoo.fr
(@) b.issautier@brgm.fr

La formation carbonatée de l'Oolithe Blanche (Bathonien) du Bassin de Paris est, avec le Trias, un aquifère salin profond majeur qui présente un potentiel réservoir important et reconnu, notamment via l'exploitation géothermique ou les grands projets de recherche dans le domaine du stockage géologique du $CO_2$.

Elle a été largement étudiée d'un point de vue sédimentologique et stratigraphique en particulier sur les affleurements de Bourgogne (Gaumet et al., 1996). Ces études ont permis de définir un profil de dépôt de type rampe carbonatée qui varie entre une rampe ouverte et une rampe barrée, permettant le développement d'un domaine de lagon à sédimentation fine. Cependant, les géométries et hétérogénéités (de type faciès sédimentaires et diagénétiques) qui composent cette formation restent encore peu connues, et il s'avère nécessaire de mieux comprendre l'architecture de l'Oolithe Blanche ainsi que la localisation des corps poreux et d'en appréhender leur connectivité.

Cette étude propose, au travers de corrélations diagraphiques, d'étudier l'intervalle Bajocien-Callovien afin de caractériser la rampe carbonatée du Dogger entre Troyes et Paris.

Les corrélations sont réalisées au 3$^{ème}$ ordre, ce qui nous a permis de monter en résolution et de subdiviser les grands cycles en 7 cycles mineurs. Ces cycles s'expriment par des géométries assez lisses et continues. Ces dernières montrent une dynamique de rampe carbonatée déposée principalement en aggradation/rétrogradation et caractérisée par un profil de dépôt très peu penté, ce qui entraine des variations de faciès extrêmement rapides en réponse à des variations du niveau marin relatif. Nous avons démontré que l'ennoiement de la rampe se traduit par un déplacement de la production carbonatée en amont du système alors qu'en partie distale, la barrière privée d'apports sédimentaires s'affame et subit une cimentation précoce. Cette dynamique conditionne la répartition des faciès et des corps poreux qui se mettent systématiquement en place au-dessus de la *flooding surface* (FS) en position proximale. En position distale, les faciès ont un signal diagraphique montrant une forte induration et une absence de porosité (niveaux condensés)

Les corrélations de 4$^{ème}$ ordre montrent en diagraphie ainsi que sur le terrain une forte variabilité qui correspond à des cycles à très haute fréquence. Ils témoignent d'une très forte hétérogénéité suggérant une géométrie de shoal très complexe. Ces perspectives sont à développer car elles sont fondamentales, en particulier dans la gestion à cette échelle des projets d'exploitation du réservoir (stockage d'énergie, géothermie, stockage géologique du $CO_2$…).

Gaumet, F., J. P. Garcia, G. Dromart, and G. Sambet, 1996, Stratigraphic control upon depositional facies, geometries and profiles across the Bathonian-Callovian carbonate platform in Burgundy: Bulletin de la Société géologique de France, v. 167, p. 409-421

# IMPACT DES HETEROGENEITES FLUVIATILES SUR LES PERFORMANCES RESERVOIRS

Benoît ISSAUTIER[1,2,3,@], Pascal AUDIGANE[3],
Sophie VISEUR[2], Yves-Michel LE NINDRE[4],

(1) BRGM, Unités de géologie des bassins sédimentaires et stockages, 3 avenue Claude Guillemin 45060 Orléans
(2) CEREGE, Equipe Physique & Structure, Carbonatés, Université de Provence, Place Victor Hugo, 13331 Marseille cedex 03, France
(3) BRGM, Unités de Stockages et valorisation des milieux géologiques profonds, 3 avenue Claude Guillemin 45060 Orléans
(4) yc.lenindre@wanadoo.fr
(@) b.issautier@brgm.fr

L'intégration des hétérogénéités fluviatiles dans les modèles statiques et dynamiques permet d'améliorer la compréhension et la gestion de ces réservoirs (entre autre Labourdette, 2007 ; Larue et Hovadik, 2006, 2008). Ces derniers sont des systèmes complexes formés de nombreux corps réservoirs très hétérogènes dont la connectivité est variable et dépend en grande partie de l'histoire sédimentologique du système.

La caractérisation réservoir permet de déterminer (a) la nature et dimension des corps sédimentaires, ainsi que (b) les mécanismes de contrôle de la connectivité ainsi que son évolution verticale et horizontale.

Cette étude porte sur l'intégration des hétérogénéités sédimentaires dans les modèles réservoirs et leur impact sur les écoulements multiphasiques (application au $CO_2$).

Dans un premier temps un travail de terrain a été réalisé sur la formation du *Minjur Sandstone* (Trias, Arabie Saoudite). Douze environnements de dépôts et corps sédimentaires associés y ont été identifiés et leur répartition a été analysée au travers d'une étude séquentielle. Il a été démontré l'impact de la tectonique, des variations du niveau marin relatif et du couple espace disponible/volume sédimentaire sur l'architecture du système (Issautier *et al*., 2012a,b). Cette compréhension génétique a ensuite été formalisée dans un modèle conceptuel liant la nature des corps sédimentaires et leur connectivité.

Dans un deuxième temps, un algorithme stochastique a été élaboré afin de reproduire numériquement ce concept, tout en intégrant une variation de la connectivité des corps représentative de la variabilité d'un système fluviatile. Cinquante réalisations ont été générés, toutes conditionnées au mêmes données (*Strategy driven model* ; Perrin *et al*., 2005). Chacun de ces scénarios est composé d'une paire de modèles dont l'architecture est identique mais avec un remplissage sédimentaire différent : dans un cas le remplissage interne des corps sableux est homogène (modèles B), dans l'autre cas sont considérés des oxbow lakes (Modèles A). Cette approche permet de comparer : (a) l'impact de la connectivité des corps sableux (hétérogénéité 1$^{er}$ ordre) sur les écoulements et (b) l'impact du remplissage interne (hétérogénéité 2$^{nd}$ ordre) sur les écoulements.

Les modélisations dynamiques d'injection de $CO_2$ dans ces réservoirs ont mis en avant le très fort impact des hétérogénéités internes sur les performances de stockage avec une capacité moyenne de 27 millions de tonnes (Modèles A) contre 37 millions de tonnes (modèles B). Cette différence représente une « perte de capacité » d'environ 37% directement imputable à la compartimentalisation induite par la présence des oxbow lakes. La migration du $CO_2$ est également fortement impactée avec une réduction notable du déplacement du panache de $CO_2$ vers le toit du réservoir augmentant ainsi l'intégrité du stockage.

# SÉDIMENTOLOGIE ET SUSCEPTIBILITÉ MAGNÉTIQUE DES SÉDIMENTS LITTORAUX DE NOUVELLE-CALÉDONIE

Hélène JADOT[(1)] & Frédéric BOULVAIN[(1,@)]

(1) Pétrologie sédimentaire, B20, Université de Liège, Sart Tilman, B-4000 Liège
(@) fboulvain@ulg.ac.be

L'interprétation du signal de susceptibilité magnétique (SM) des roches anciennes est complexe et souffre de la rareté des études sur les sédiments récents. Pour apporter de nouvelles informations, une étude des sédiments littoraux tropicaux de Nouvelle-Calédonie a été réalisée. La Nouvelle-Calédonie est située dans l'océan Pacifique du SW, proche de l'Australie. Cette île de 400 km de long et 50 km de large est entourée d'une barrière récifale presque continue, isolant un large lagon de l'océan. L'histoire géologique de la Nouvelle-Calédonie est très complexe, donnant lieu à une grande variété de roches. L'érosion de ces roches produit différentes sortes de sédiments littoraux, qui sont ensuite mélangés avec les carbonates produits dans le lagon et la barrière. Cela génère différents types de sédiments de dominance détritique, carbonatée ou mixtes. 22 plages ont été échantillonnées (sédiment prélevé à la surface et entre 10 et 20 cm de profondeur), tout autour de la Grande Terre, à l'île des Pins (S de la Grande-Terre) et à Lifou et à Ouvéa (îles Loyautés). Plus de 300 échantillons ont été analysés (granulométrie, nature du sédiment, SM et géochimie). Les premiers résultats montrent que :

(1) les sables et silts carbonatés sont caractérisés par un signal de SM plus faible que les sédiments détritiques ;

(2) le signal de SM des sédiments mixtes est principalement influencé par la proportion en sédiments détritiques ;

(3) le signal de SM des sédiments carbonatés peut se corréler avec la granulométrie ;

(4) lorsque les sédiments de subsurface sont réducteurs, la SM est plus haute que pour les échantillons de surface.

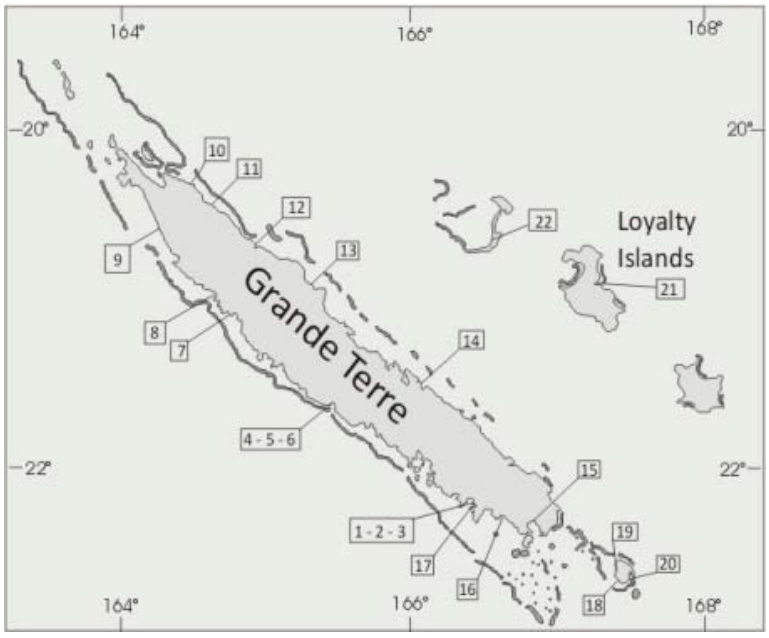



Figure. *Localisation de l'échantillonnage des sédiments des plages de Grande Terre et des îles Loyautés.*

# FACIES ET ARCHITECTURE SEDIMENTAIRES DES SYSTEMES FLUVIATILES CÔTIERS QUATERNAIRES : L'EXEMPLE DES TERRASSES ETAGÉES DE LA BASSE-SEINE (NW, FRANCE)

Guillaume JAMET[1,@], Olivier DUGUÉ[1], Bernard DELCAILLAU[1],
Dominique CLIQUET[2], Hélène TISSOUX[3]

(1) UMR 6143 M2C CNRS - Université de Caen Basse-Normandie, 24 rue des Tilleuls, 14 000 Caen,
(2) Service Régional de l'Archéologie, DRAC de Basse-Normandie, 13 bis, rue Saint-Ouen, 14052 Caen Cedex,
(3) Bureau de Recherches Géologiques et Minières, GEO/G2R, BP 36009, 45060 Orléans cedex 2,
(@) guillaume.jamet@unicaen.fr

Dans la basse vallée de la Seine, les terrasses fluviatiles quaternaires étagées enregistrent les cycles glaciaires/interglaciaires plio-pléistocènes (2,6 Ma). Au cours des périodes froides du Pléistocène, le fleuve Seine correspond à un système fluviatile en tresses érodant et transportant d'importants volumes sédimentaires jusqu'en mer de la Manche centrale. Au contraire, lors des optima interglaciaires (stades isotopiques marins MIS : 5e, 7, 9 et 11), la partie aval de la Seine devient un système estuarien. Peu d'études ont décrit l'évolution sédimentaire de la Seine pléistocène dans ce contexte côtier soumis aux cycles climato-eustatiques quaternaires.

De nouvelles études sédimentologiques, menées à 100 km de l'estuaire actuel dans les terrasses de Tourville-la-Rivière et de Saint-Pierre-lès-Elbeuf (Seine-Maritime) ont décrit des faciès et des architectures sédimentaires fluvio-estuariens durant le Pléistocène moyen (0,12 – 0,78 ka B.P.). La coupe de référence de Tourville-la-Rivière présente d'abord une alternance de coulées de débris et de faciès de barres sablo-graveleuses d'un système fluviatile en tresses évoluant verticalement vers un système fluviatile divagant. La partie supérieure de la coupe se caractérise par des faciès sableux à litages de rides mis en place dans le cas d'une sédimentation alternante d'estran sableux tidal. Les stratifications madrées et ondulées sont principalement reconnues. L'environnement de dépôts évolue ensuite vers un milieu sablo-argileux d'estran vaseux matérialisant l'émersion temporaire du système estuarien. Cet épisode présente l'association de faciès de paléosol puis de facies argileux fins de décantation. Les facies sableux à litages de rides de courant remplacent cette association de faciès pour caractériser le retour à un milieu d'estran tidal. Dans la partie supérieure de la coupe, l'évolution sédimentaire du système estuarien montre progressivement des intervalles conglomératiques issus d'apports gravitaires latéraux caractérisant une nouvelle émersion et la mise en place de conditions de versant périglaciaire. La description de ces changements de faciès et d'architecture de ce système fluviatile côtier, au sein de deux terrasses étagées d'âges distincts, montre un caractère cyclique inédit des enregistrements de la sédimentation fluvio-tidale. En parallèle des études sédimentologiques, une campagne de nouvelles datations (ESR/Quartz) a été engagée afin de préciser le calage chronostratigraphique des épisodes de remblaiements estuariens dans le complexe du Saalien (MIS 7 et 9). Ces travaux constituent les premiers éléments d'un modèle sédimentaire de réponse des fleuves côtiers aux fluctuations climato-eustatiques quaternaires, dans un contexte de lent soulèvement tectonique.

# ZONES D'OXYGÈNE MINIMUM (OMZ) EN MILIEU LACUSTRE : UN DÉVELOPPEMENT RÉCENT, UNE IMPLICATION CROISSANTE DES FORÇAGES CLIMATIQUES

Jean-Philippe JENNY[1,2,@], Fabien ARNAUD[1], Benjamin ALRIC[2], Jean-Marcel DORIOZ[2], Pierre SABATIER[1], Victor FROSSARD[3], Marie Elodie PERGA[2]

(1) Environnement Dynamique et Territoire de Montagne, Université de Savoie, CNRS, Pôle Montagne, Le Bourget du Lac, France
(2) Centre Alpin de Recherche sur les Réseaux Trophiques et Ecosystèmes Limniques, Université de Savoie, INRA, Thonon-les-Bains, Université de Franche-Comté, CNRS, Besançon, France
(@) jean-philippe.jenny@univ-savoie.fr

Les changement climatiques actuels tendront à accentuer certains symptômes de l'eutrophisation (enrichissement du milieu en nutriment ; Rabalais et al., (2009)) dans les lacs mais également dans les zones marines. Cette accentuation conduira *in fine* à l'accroissement des zones hypoxiques ($[O_2]<2mg\ L^{-1}$), connues aussi sous le nom de zones d'oxygène minimum (OMZ) (e.g. Diaz et Rosenberg 2008 ; Vaquer-Sunyer et Duarte, 2008). Bien que les processus impliqués dans le régime de l'hypoxie soient déjà bien contraints, en revanche les connaissances sur la contribution respective des forçages (globaux et locaux) de l'hypoxie restent encore très lacunaires, voir inexistantes. Cette lacune de connaissance résulte -entre autre- d'une limite méthodologique pour reconstituer de manière quantifiée le régime de l'hypoxie.

Dans cette étude, nous avons étudié la distribution spatiale et temporelle d'un marqueur sédimentaire de l'hypoxie (les varves) afin de reconstituer quantitativement le régime de l'hypoxie avec une résolution annuelle sur les derniers 200 ans. Le prélèvement inédit de 81 carottes sédimentaires dans les 3 plus grands lacs français (Bourget, Annecy, Léman) a permis de calculer les épaisseurs des tranches d'eau désoxygénées au cours du temps. La quantification et la résolution des reconstitutions a permis de recourir dans un second temps à un modèle statistique adapté aux séries temporelles continues (modèle additif GAM). Ce modèle a ainsi permis de déterminer la part des forçages anthropiques (phosphore (P) dissous) et climatiques (températures, régime des crues) impliqués dans la régulation de l'hypoxie sur la période récente.

Nos résultats renforcent l'idée que le phosphore dissous est un facteur décisif impliqué dans la vulnérabilité des écosystèmes benthiques soumis aux variations climatiques. Nous avons montré qu'au-delà d'un seuil relativement bas de phosphore dissous, situé entre 10 et 15 $\mu g\ L^{-1}$, l'intensité des apports de P ne conditionne plus l'étendue de l'hypoxie dans les lacs étudiés. Avant de dépasser ce seuil le système se trouve dans un état A : les conditions d'oxygénation sont bonnes. Après avoir dépassé la concentration critique en P le système trouve un nouvel état d'équilibre B : les conditions d'oxygénation sont mauvaises et affectent des proportions variables de la colonne d'eau au cours du temps. Dans ce nouvel état de configuration, les forçages climatiques ont désormais une influence sur les fluctuations de l'hypoxie, alors que ce n'était pas tout au long des derniers 10000 ans.

Bibliographie

Diaz RJ et Rosenberg R, *Science* (2008) 321:926 –929, doi: 10.1126/science.1156401
Rabalais NN, et al., *Journal of Marine Science* (2009) 66:1528–1537, doi: 10.1093/icesjms/fsp047
Vaquer-Sunyer R, et Duarte CM, *PNAS*. (2008) 40: 15452–15457, doi: 10.1073/pnas.0803833105

# 125000 ANS D'ENREGISTREMENTS RECIFAUX DES STAGNATIONS DU NIVEAU DE LA MER DANS L'OCEAN INDIEN (ARCHIPEL DES GLORIEUSES)

Stéphan JORRY[1,@], Gwenaël JOUET[1], Pascal LE ROY[2], Sophie PRAT[1],
Gilbert CAMOIN[3], Claude VELLA[3], Bruno CALINE[4]

(1) IFREMER, Géosciences Marines, 29280 Plouzané, France
(2) IUEM, Laboratoire Domaines Océaniques, 29280 Plouzané, France
(3) CEREGE, Europole de l'Arbois, 13545 Aix-en-Provence, France
(4) TOTAL Exploration Production, Avenue Larribau, 64000 Pau, France
(@) stephan.jorry@ifremer.fr

Suite à l'initiation du programme REEFCORES (REEFs and CORals form the EparseS), deux missions menées en 2011 et en 2013 dans l'Archipel des Glorieuses (Nord Madagascar) ont permis de documenter les empreintes des épisodes de déglaciation dans la morphologie des terrasses récifales émergées et submergées. L'objectif principal de cette étude est d'abord de documenter les stagnations du niveau marin qui ont été engendrées au cours de la dernière remontée du niveau marin et sur les terrasses du dernier interglaciaire (MIS 5e). Cette zone située autour des Seychelles, du fait de sa stabilité (isostasie très faible), est idéalement placée pour reconstituer avec précision les variations globales du niveau marin (Milne and Mitrovica, 2008).

Des données de bathymétrie Lidar (Programme Litto3D) et multi-faisceaux (SHOM) couplés à une analyse sédimentologique détaillée ont été utilisées pour bâtir une carte morpho-sédimentaire de l'archipel. Des coupes d'affleurement de récifs fossiles ont été levées en 2011 et 2013, et des profils de sismique Sparker ont été acquis en 2013 depuis les zones peu profondes d'arrière récif jusqu'au rebord de plate-forme (-150m).

L'Archipel des Glorieuses est composé d'un avant récif et d'une barrière récifale développés du côté haut vent, d'un apron, d'une plate-forme interne (<15 m de profondeur) et externe (entre 15 m et 25 m de profondeur), ainsi que de quatre îlots émergés. Des formations récifales fossiles datant du dernier interglaciaire forment des éperons rocheux localisés entre +3m et +5m au-dessus du niveau marin actuel. Ces formations fossiles montrent des successions de séquences récifales qui sont par endroit affectées par des cavités karstiques. L'élévation actuelle de ces terrasses datant de l'Eemien démontre de la faible subsidence de l'édifice volcanique sur lequel repose l'archipel.

Le rebord oriental de la plate-forme est composé d'une succession de terrasses ennoyées. Ces terrasses sont caractérisées soit par des encoches dans le profil de pente, soit par des plateaux large de quelques centaines de mètres, recouvert ou non de sédiments ou de formations récifales fossiles. Une terrasse à -120m reliée à une surface d'érosion remontant vers la plateforme est interprétée comme la surface régressive glaciaire. Des constructions récifales, initiées sur une terrasse à -80m, pourraient correspondre au début de la remontée du niveau marin (vers 19 000 ans). Une terrasse à -60m est recouverte par un prisme sédimentaire stratifié épais de 10 m. Des petites constructions récifales couvrant le toit de cette unité composent le substrat d'une dernière terrasse située à -45 m. La position de cette dernière pourrait être l'expression de la fin de dernière remontée du niveau marin, vers 10000 ans.

Des perspectives futures de forages sur les terrasses ennoyées permettront de dater précisément l'âge de leur mise en place. Ces données devraient permettre de bâtir une courbe de la dernière remontée du niveau marin, qui n'est pas encore documentée dans l'Océan Indien. Les amplitudes de variation ainsi que les vitesses de remontée durant les événements extrêmes (« meltwater pulses ») pourront être comparées avec les résultats obtenus dans les océans Atlantique et Pacifique (Fairbanks et al., 1989; Bard et al., 1996; Bard et al., 2010; Deschamps et al., 2012).

# DEGLACIAL ORIGIN OF BARRIER REEFS ALONG LOW-LATITUDE MIXED SILICICLASTIC AND CARBONATE CONTINENTAL SHELF EDGES

Stéphan JORRY[1,@] & André W. DROXLER[2]

(1) IFREMER, Géosciences Marines, 29280 Plouzané, France
(2) Rice University, Department of Earth Science, Houston TX, USA
(@) stephan.jorry@ifremer.fr

Because the initial phase of barrier reef evolution is often buried under more recent phases of coralgal growth, the origins of modern barrier reefs have remained elusive. Direct observations on the nature of the substrate on top of which barrier reefs have developed are lacking, and simple questions about whether the substrate contributes to their overall linear morphology have remained unanswered. We present here a review dedicated to late-Quaternary shelf-edge deposition in tropical mixed siliciclastic-carbonate systems. These modern analogs are used to develop a quantitative understanding of shelf edge barrier reef formation during different segments of relatively well established sea-level cycles (Figure 1). The onset of rapid sea-level rise during early deglaciations, when siliciclastics were deposited along newly formed coasts at up-dip positions, provided opportune time windows for coralgal communities to establish themselves on top of maximum lowstand siliciclastic coastal deposits, such as beach ridges and lowstand shelf-edge deltas.

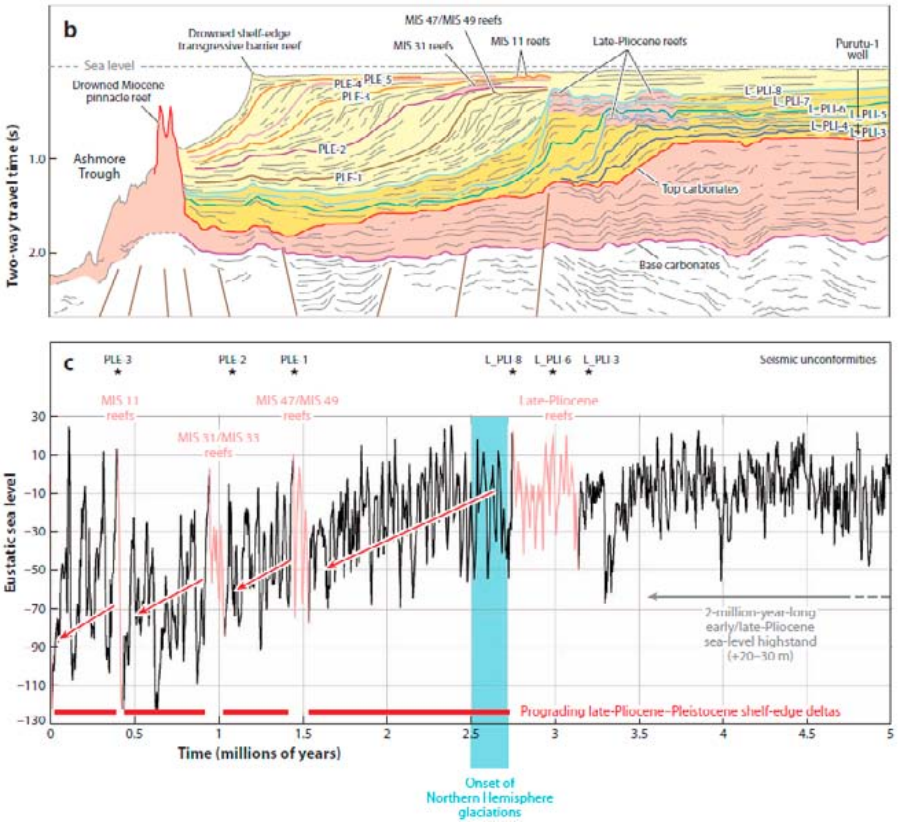



Figure 1: Interpreted seismic profile showing late-Pliocene and Pleistocene (PLE) sequences developed along the Gulf of Papua shelf edge. The high-amplitude reflections are interpreted as carbonate sequences deposited during transgressions. After Droxler and Jorry, Annual Review of Marine Science 2013, vol. 5, pp. 165–90.
.

# LA MODÉLISATION EN SÉDIMENTOLOGIE : QUELLES APPROCHES ? QUELLES MÉTHODES ? QUELS COUPLAGES ?

Philippe JOSEPH[1,@], Pierre WEILL[2], Christian GORINI[3], Jean BORGOMANO[4], Guillaume CAUMON[5], Alain CRAVE[6], Didier GRANJEON[1], Richard LABOURDETTE[4], Pierre LE HIR[7], Simon LOPEZ[8], François MÉTIVIER[9], Marina RABINEAU[10], Delphine ROUBY[11], Vanessa TELES[1]

(1) IFP Energies nouvelles, 1 et 4 avenue de Bois Préau, 92852 Rueil-Malmaison
(2) MINES ParisTech, Centre de Géosciences, 35 rue Saint Honoré, 77305 Fontainebleau
(3) Université Pierre & Marie Curie - Paris 6 / ISTEP, 4 place Jussieu, 75252 Paris cedex 05
(4) TOTAL CSTJF, Avenue Larribau, 64018 Pau
(5) Université de Lorraine-ENSG, Georessources (UMR7359), 54518 Vandoeuvre-Lès-Nancy
(6) CNRS/ Géosciences Rennes UMR 6118, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes
(7) IFREMER, Unité Dynamiques de l'Environnement Côtier, 29280 Plouzané
(8) BRGM, Département Géothermie, 45060 Orléans cedex 2
(9) IPGP, Laboratoire de Dynamique des Fluides Géologiques, 1 rue Jussieu, 75238 Paris cedex 05
(10) Université de Bretagne Occidentale, CNRS-UMR 6538, 29280 Plouzané
(11) GET Observatoire Midi-Pyrénées, UMR 5563, 14 avenue Edouard Belin, 31400 Toulouse
(@) philippe.joseph@ifpen.fr

La démarche de modélisation est largement répandue en sédimentologie mais elle couvre des domaines, échelles de temps et d'espace, et méthodes très variés : les modèles analogiques (et notamment géomorphologiques) permettent d'étudier les processus d'érosion-transport-dépôt à petite échelle, d'en déduire des lois de comportement et d'en calibrer les paramètres. La modélisation hydrosédimentaire s'attache à simuler de façon fine ces processus et est surtout utilisée pour la compréhension de l'évolution des environnements actuels. Des approches simplifiées de simulation des processus sont utilisées à l'échelle des temps géologiques : elles s'appuient soit sur la résolution d'équations déterministes, soit sur l'introduction de paramètres stochastiques (approches aléatoires-génétiques). La modélisation des architectures réservoir est basée sur des approches géométriques, géostatistiques ou mixtes. Elles permettent de caractériser et de quantifier les incertitudes sur les géomodèles produits, liées soit aux données, soit au modèle conceptuel utilisé (environnement de dépôt, schéma de corrélation). La modélisation stratigraphique reproduit les architectures sédimentaires à l'échelle du bassin et permet de tester la sensibilité des principaux facteurs de contrôle (tectonique, eustatisme, climat, flux sédimentaire).

Ces approches sont souvent couplées : ainsi, les modèles orientés processus sont généralement calibrés sur des expériences analogiques, validés sur des systèmes actuels, avant d'être appliqués à l'affleurement ou en subsurface. Les modèles aléatoires-génétiques produisent des architectures de réservoirs qui peuvent servir d'images d'entrainement pour des approches purement géostatistiques. A l'échelle du bassin, la modélisation stratigraphique peut être couplée à des modélisations thermomécaniques qui cherchent à reproduire les processus de déformation de la croûte et de la lithosphère, et ainsi les intégrer dans la simulation des processus de surface.

La table ronde «Modélisation en sédimentologie» a pour but d'échanger sur des problématiques communes telles que :

- les approches des différents modèles vis à vis des échelles de temps et d'espace pertinentes,
- les limites et verrous scientifiques et techniques des approches numériques actuelles,
- la méthodologie de calage/calibration des modèles numériques,
- la caractérisation des incertitudes par les différents modèles,
- les besoins de couplage entre modèles pour améliorer la définition des paramètres d'entrée et apporter des contraintes pour réduire les incertitudes.

# UNE NOUVELLE MÉTHODE RAPIDE ET NON-DESTRUCTRICE POUR DÉTECTER DES NIVEAUX DE TÉPHRAS ET CRYPTOTÉPHRAS.

Gwénolé JOUANNIC[1,@], Anne-Véronique WALTER-SIMONNET[1], Gilles BOSSUET[1], Eric DELABROUSSE[2], Hervé CUBIZOLLE[3]

(1) Laboratoire Chrono-Environnement, UMR 6249 CNRS/Université de Franche-Comté, 16, route de Gray, F-25030 Besançon Cedex, France.
(2) EA 4662 Laboratoire de Nanomédecine, Imagerie and Thérapeutiques, Université de Franche-Comté et Hôpital Universitaire de Besançon, France
(3) Université de Lyon, EVS-ISTHME UMR 5600 CNRS, 6 rue Basse des Rives, 42023 Saint-Etienne cedex 2, France.
(@) gwenole.jouannic@univ-fcomte.fr

Dans l'étude des paléoenvironnements, la construction de chronologies indépendantes et précises est essentielle pour corréler les changements environnementaux et climatiques. L'utilisation de téphras, dépôts atmosphériques instantanés, comme marqueurs chronologiques permet de construire des corrélations régionales et inter-régionales indépendantes et de haute précision. A l'heure actuelle, le développement de méthodes efficaces et rapides pour détecter les niveaux de téphra dans les enregistrements sédimentaires de différentes compositions est une nécessité. De nombreuses méthodes classiques de détection des niveaux de téphra, comme l'échantillonnage régulier et continu d'une séquence sédimentaire ou la mesure de susceptibilité magnétique, ont montré leurs limites. L'échantillonnage régulier prend beaucoup de temps et bien qu'ayant l'avantage d'être une méthode non destructrice, la susceptibilité magnétique est inefficace lorsque les cendres volcaniques ont la composition magmatique très différenciée (trachytique, rhyolitique). La fluorescence à rayon X (XRF) a également l'avantage d'être non destructrice mais il est souvent difficile de distinguer un niveau de téphra d'un matériel non téphrique à partir des données obtenues. Cette étude propose une nouvelle méthode permettant de détecter des niveaux de téphra : l'imagerie scanner. Cette technique, permettant de mesurer la densité du matériel sur toute l'épaisseur du sédiment avec un pas millimétrique et dans les 3 dimensions, est indépendante de la composition chimique et minéralogique du dépôt volcanique. Elle rend ainsi possible la détection des cryptotéphras (niveaux invisibles à l'œil nu), des téphras remobilisés ou de ceux qui, n'affleurant pas à la surface de la carotte, ne peuvent donc pas être détectés par des mesures de surface comme l'XRF ou la susceptibilité magnétique. L'acquisition des données est non destructrice et extrêmement rapide. Cette méthode, testée sur des enregistrements tourbeux des Monts du Forez, a permis de détecter davantage de téphras que les techniques de détection habituelles (XRF, susceptibilité magnétique). Les résultats présentés sont préliminaires (Jouannic *et al.*, 2013) et constituent la base d'une étude téphrostratigraphique des téphras distaux de la Chaîne des Puys (Auvergne) actuellement en cours.

Référence :

JOUANNIC G., WALTER-SIMONNET A.V., BOSSUET G., DEVELLE A.L., DELABROUSSE E., LOUP C. – 2013 – Original detection methods for tephra layers and cryptotephras. 1st International Congress on Stratigraphy « Strati 2013 », Lisbonne, Portugal, 1-7 juillet 2013.

# CONTRÔLES DIAPIRIQUES SUR LES SYSTÈMES DE PLATES-FORMES CARBONATÉES DU JURASSIQUE INFÉRIEUR DANS LE HAUT-ATLAS CENTRAL, MAROC

Rémi JOUSSIAUME[1,@], Manon MALAVAL[1], Philippe RAZIN[1], Carine GRÉLAUD[1], Eduard SAURA[2], Juan Diego MARTIN-MARTIN[2], Jaume VERGES[2], David W. HUNT[3]

(1) ENSEGID - Institut Polytechnique de BORDEAUX, 1 allée F. DAGUIN, 33607 PESSAC
(2) Institute Earth Sciences Jaume Almera, CSIC, Barcelone, Espagne
(3) Statoil, TPD RD, Bergen, Norvège
(@) remijouss@hotmail.fr

Les affleurements spectaculaires de plates-formes carbonatées du Jurassique inférieur dans les montagnes du Haut-Atlas (Maroc) sont étudiés afin d'analyser l'évolution sédimentaire de leurs bordures bioconstruites, en réponse aux déformations associées à des mouvements de sel et d'argile (diapirisme). Au cours du Lias inférieur et moyen, de vastes plates-formes carbonatées peu profondes dominaient l'ensemble du bassin intracontinental atlasique. Cependant, des bassins plus profonds caractérisés par une sédimentation hémipélagique et gravitaire se sont développés localement et à des périodes particulières dans des régions plus subsidentes, contrôlées tectoniquement. Les mouvements diapiriques d'argiles et d'évaporites triasiques sous-jacentes sont associés à des failles normales ou décrochantes actives, et jouent un rôle majeur sur l'architecture complexe des systèmes carbonatés et sur les relations plate-forme-bassin.

La configuration fortement aggradante des systèmes carbonatés démontre un taux important de subsidence générale. Ce taux de subsidence diminue au droit des diapirs et augmente au-dessus de leurs bordures. Plusieurs stades d'évolution ont été différentiés.

(1) Pendant la phase d'initiation des mouvements diapiriques, l'augmentation différentielle de subsidence est compensée par la production carbonatée. Ce stade est enregistré par des variations latérales d'épaisseur, sans variation latérale significative de faciès.

(2) Pendant la période de paroxysme des déformations diapiriques, la production carbonatée compense la création d'accommodation (keep-up) au droit des diapirs alors que des bassins profonds se développent le long de leurs bordures (rim synclines). Les relations entre plates-formes et bassins présentent diverses configurations: escarpement de faille, bordure en érosion, bordure d'avant-récif, pente distale d'une rampe carbonatée. Cette phase est enregistrée à la fois par des variations latérales d'épaisseur et de faciès. Des plates-formes carbonatées caractérisées par des bordures bioconstruites très aggradantes (à lithiotis, coraux, algues,…) sont alors séparées par des sillons relativement profonds pouvant être extrêmement étroits (centaines de mètres), remplis par des marnes hémipélagiques et des dépôts gravitaires.

(3) Pendant une phase de quiescence relative, les plates-formes carbonatées continuent d'aggrader tandis que les paleo-bassins sont progressivement remplis. Cette phase passive peut être enregistrée par des terminaisons en onlap sur les bordures de plates-formes.

(4) Finalement, la crise écologique du Pliensbachien supérieur conduit à une diminution de la production carbonatée et au développement de systèmes mixtes carbonatés-silicoclastiques (Fm. Amezraï). La diminution de production carbonatée entraîne une augmentation relative de la bathymétrie, enregistrée par une transgression à la base de la Formation Amezraï.

# CARACTERISATION STRUCTURALE DES INTERACTIONS TECTONIQUE ET SEDIMENTATION DES MINI-BASSINS DE SIVAS, (TURQUIE)

Charlie KERGARAVAT[1,2,@], Charlotte RIBES[1,2], Jean-Paul CALLOT[1], Cédric BONNEL[1] and Jean-Claude RINGENBACH [2]

(1) LFC-R, UMR 5150, Université de Pau et des Pays de l'Adour, Pau, France
(2) TOTAL S.A., CSTJF, Pau, France
(@) charlie.kergaravat@univ-pau.fr

La compréhension des interactions entre la tectonique et la sédimentation reste un défi de par la complexité des géométries formées lors du fluage des évaporites. L'utilisation d'analogues de terrain comme de laboratoire permet d'améliorer la compréhension de l'évolution entre la tectonique, la sédimentation et l'endommagement associés. Ce travail est basé sur l'étude d'un analogue de terrain, le bassin de Sivas (cf communication Ribes, et al. Session Tectonique et Sédimentation) qui présente une qualité d'affleurement exceptionnelle, à partir de l'analyse de données de terrain, d'images satellites et sismiques et de modèles analogiques.Développé sur la suture de la Néotéthys Nord en contexte compressif d'avant pays, le bassin de Sivas enregistre la formation de mini-bassins salifères (environ 15) à partir d'un dépôt évaporitique (Oligocène). Leur remplissage est caractérisé par des dépôts continentaux clastiques (Fm. Karayün), puis par la transgression d'une formation marine (Fm. Karacaören) au Miocène. Le cœur du bassin de Sivas présente une structuration en mini-bassins montrant des analogies géométriques frappantes avec les structures visibles dans le bassin Pré-Caspien ainsi que dans le Golfe du Mexique et au large de l'Angola.

Les mini-bassins sont délimités par des murs, diapirs, sutures ou glacier d'évaporites structurées en un damier polygonal. Plusieurs d'entre eux ont subis des basculements important (40-90°) permettant une analyse détaillée de leur structure. Les bordures des mini-bassins présentent une succession de séquences halocinétiques révélant l'influence du fluage des évaporites lors de leur formation : les longueurs d'onde et les épaisseurs des séquences halocinétiques varient dans le temps le long d'une même bordure de mini-bassin. Le nombre de séquence diminue alors que leur longueur d'onde augmente. De plus, de part et d'autre d'un même mini-bassin, la structuration des séquences présente une dissymétrie, qui souligne une subsidence différentielle au sein d'un même mini-bassin associée à des phénomènes de bascule des dépôts centres, influencée par les variations du taux de fluage des évaporites. L'élaboration de coupe permet de mettre en évidence : (i) de spectaculaire structures d'interaction entre mini-bassins (reploiement des bordures), (ii) les éventuelles connexions sédimentaires entre mini-bassins, et (iii) le couplage entre progradation des apports sédimentaires et le basculement progressif des mini-bassins pouvant être lié au fluage des évaporites ou à une contrainte compressive N-S.

À plus petite échelle, l'analyse de la fracturation (60 sites, ~30 fractures/sites) dans les mini-bassins révèle l'enregistrement d'une contrainte compressive N-S tout au long de la mise en place des mini-bassins ainsi qu'un endommagement lié au reploiement des structures salifères. Cet endommagement, sur la base des relations géométriques entre fractures et séquences halocinétiques, est étonnamment précoce dans l'histoire de construction du bassin.

# AMPLIFICATION, PAR LA TECTONIQUE, DES COURANTS DE MAREE SUR LA MARGE SEPTENTRIONALE DE LA PLATEFORME SAHARIENNE : CAS DES DUNES HYDRAULIQUES SANTONIENNES DE L'EXTREME SUD TUNISIEN

Amna KHILA[1,@], Mohamed OUAJA[2] & Fouad ZARGOUNI[1]

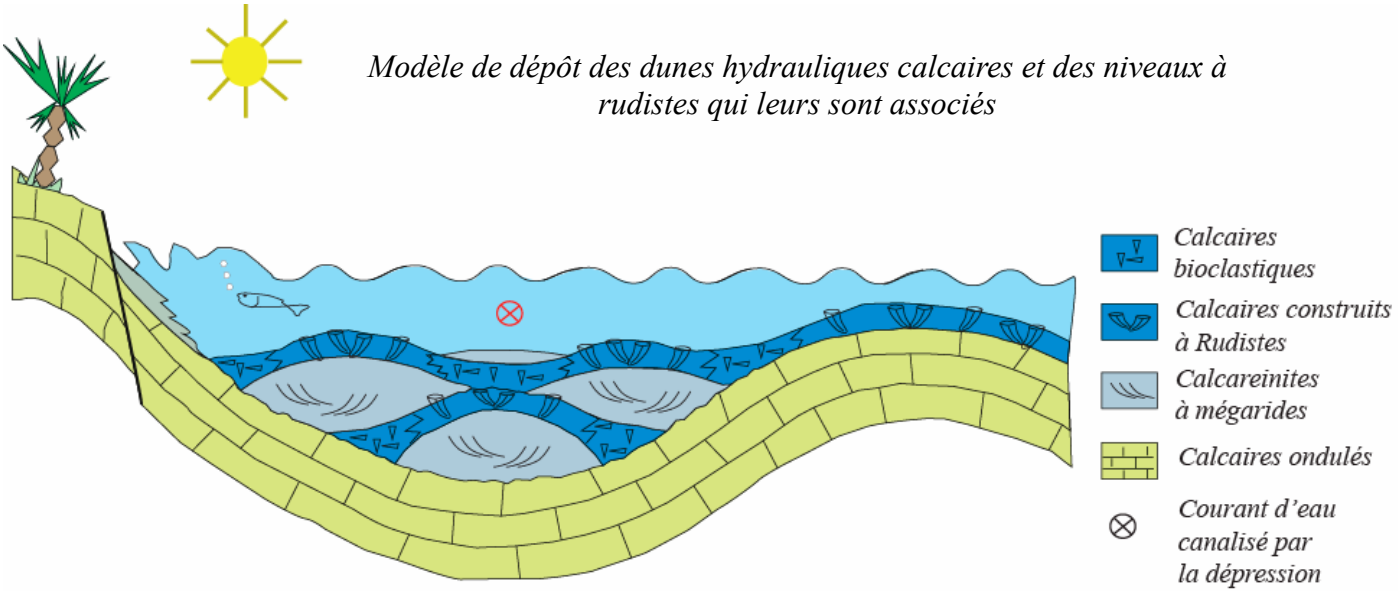
(1) Université Tunis el Manar, Faculté des Sciences de Tunis 2092 - Tunisie
(2) Université de Gabès, Faculté des Sciences de Gabès 6032 - Tunisie
(@) amnakhila@yahoo.fr

Au Sud de la grande dépression des Chotts, une puissante série carbonatée d'âge turonien supérieur à maestrichtien couvre de vastes étendues sur le plateau du Dahar. Loin d'être monotones ces carbonates montrent des variations considérables de faciès et d'épaisseur et indiquent une sédimentation ayant connu une dynamique très changeante dans le temps et dans l'espace.

La partie médiane de cette série, connue sous le nom de Formation Berrassef d'âge coniacien p.p. à santonien, est particulièrement représentative de cette dynamique caractéristique des vastes marges de plateformes de type Plateforme saharienne. Dans la présente communication nous allons nous intéressés aux grandes dunes hydrauliques calcaires que nous avons pu identifier dans la Formation Berrassef. Il s'agit d'édifices sédimentaires plano-convexes de très grande taille, facilement comparables à des structures anticlinales décamétriques à hectométriques. Ces édifices dunaires sont constitués de sables calcaires produits par les débris de tests de mollusques travaillés par les courants marins et les vagues. Lorsque la recristallisation n'est pas totale, il est possible d'observer les stratifications obliques des mégarides si non la structure de la roche est massive. Les hauteurs des dunes sont systématiquement colonisées par des bioconstructions à *Rudistes* qui coiffent ces édifices et contribuent à leur immobilisation. Dans les zones d'ombre matérialisées par les creux entre les dunes, les dépôts sont plus fins et les restes d'organismes sont moins endommagés comme l'indiquent les nombreux bancs à valves entières d'*Inocérames* et à fragments de *Rudistes* échoués du haut de la dune.

L'apparition des conditions hydrodynamiques de haute énergie nécessaires à la formation des édifices d'une telle taille semble en relation avec des mouvements de coulissement le long de grandes failles Est-Ouest. Ces décrochements sont à l'origine des structures d'entraînement qui ont ridé, au cours du Santonien, la plateforme saharienne. Les plis engendrés sont responsables de la canalisation des eaux marines et l'amplification des courants de marée.

*Modèle de dépôt des dunes hydrauliques calcaires et des niveaux à rudistes qui leurs sont associés*



# CHANGEMENT DU TAUX D'AGGRADATION D'UNE PLATE-FORME CARBONATEE LIÉ A LA TECTONIQUE: LE CAS DE MAYAGUANA (SE DES BAHAMAS) AU COURS DU MIOCÈNE INFERIEUR

Pascal KINDLER[1,@], Erika BALDESSIN[1], Gyöngyvér FISCHER[1], Fabienne GODEFROID[1]

(1) Section des Sciences de la Terre et de l'environnement, Université de Genève, CH-1205 Genève
(@) Pascal.Kindler@unige.ch

L'étude géologique de la surface et de la subsurface de l'île de Mayaguana (SE des Bahamas) démontre que le taux d'accumulation des sédiments a brusquement chuté sur ce banc carbonaté au cours du Burdigalien, passant d'une valeur moyenne de ~10 m/Ma pour la période comprise entre le Chattien/Aquitanien et le Burdigalien à une valeur de 0.6 m/Ma entre le Burdigalien et le Pleistocène inférieur. Sachant qu'une telle variation n'est pas enregistrée dans les plates-formes voisines, sa cause est vraisemblablement à rechercher dans des contraintes tectoniques locales.

Situé dans la partie sud-est de l'archipel des Bahamas, le petit banc de Mayaguana (53x13 km) supporte une île basse, de forme rectangulaire, qui présente localement une succession très condensée (11 m) de carbonates péritidaux comprise entre le Burdigalien et le Pleistocène inférieur (~18.5 à 1.0 Ma). Cette succession indique ainsi un taux moyen d'accumulation de 0.6 m/Ma pour l'intervalle de temps en question, bien au dessous des valeurs généralement estimées pour les plates-formes carbonatées tropicales (~100 m/Ma).

Notre étude s'est portée sur la partie basale d'une carotte longue de 43 m, forée au toit du Burdigalien sur la côte nord de l'île. Plusieurs échantillons prélevés dans ce fragment rocheux ont fait l'objet d'analyses pétrographiques, biostratigraphiques et géochimiques ($^{87}Sr/^{86}Sr$).

Le fragment de carotte étudié, long de 21 cm, est constitué par un packstone/grainstone mal trié, peu pédogénisé, à rares fissures dolomitisées, comportant d'abondants débris d'algues rouges et de coraux ainsi qu'une riche association de foraminifères benthiques hyalins et porcelanés (*Praerhapydionina delicata*, *Peneroplis* aff. *thomasi*, *Archaias* aff. *operculiniformis*, *A. kirkukensis*). Ces foraminifères indiquent un âge probable entre le Rupélien et l'Aquitanien. Les valeurs du rapport $^{87}Sr/^{86}Sr$ mesuré sur des échantillons de roche totale varient entre 0.708358±0.000004 et 0.708396±0.000004, correspondant à l'Aquitanien (entre 21.5 et 20.8 Ma BP).

La différence entre les résultats micropaléontologiques et géochimiques pourrait être due soit à un effet de provincialisme de la microfaune, soit à un rajeunissement mineur des rapports $^{87}Sr/^{86}Sr$ par la dolomitisation. En tout les cas, l'âge du fragment étudié se situe entre le Chattien et l'Aquitanien. Le taux d'aggradation révélé par l'étude de la carotte serait ainsi de 15.4 m/Ma pour l'intervalle de temps compris entre le Chattien et le Burdigalien ou de 4.6 m/Ma entre l'Aquitanien et le Burdigalien, selon l'âge admis pour le fragment étudié. La réduction importante d'aggradation observée pour la période ultérieure (0.6 m/Ma entre le Burdigalien et le Pleistocène inférieur) n'est pas connue dans les autres bancs des Bahamas. Son origine est à rechercher dans des mouvements tectoniques verticaux, probablement liés à une phase tardive de l'orogenèse cubaine, qui ont réduit l'accommodation et prolongé les périodes d'émersion sur la plate-forme de Mayaguana dès le Miocène inférieur.

# INFLUENCE DE LA TECTONIQUE SALIFERE SUR LA SEDIMENTATION SILICOCLASTIQUE: EXEMPLE DU DIAPIR DE POZA DE LA SAL (N ESPAGNE)

Christophe KOLODKA[1,2,@], Emmanuelle VENNIN[1], Raphael BOURILLOT[3], Sophie LELEU[3], Marc FLOQUET[4], Guy DESAUBLIAUX[2]

(1) Laboratoire BIOGÉOSCIENCES, UMR CNRS/uB 6282, Université de Bourgogne, 6 Bd. Gabriel, 21000 Dijon
(2) GDF SUEZ E&P International, 1 Place Samuel de Champlain, Faubourg de l'Arche, 92930 Paris La Défense
(3) ENSEGID, EA 4592, 'Géoressources & Environnement' Institut Polytechnique de Bordeaux, 1 Allée Daguin, 33607 Pessac.
(4) CEREGE, UMR 7330 CNRS-AMU, Centre Saint-Charles, 3 place Victor Hugo, Case 67, 13331 Marseille.
(@) christophe.kolodka@u-bourgogne.fr

La remontée de diapirs de sel s'accompagne généralement par une déformation des dépôts périphériques. Lorsque la sédimentation est contemporaine de cette phase de déformation halocinétique, il est possible d'enregistrer la dynamique de remontée du sel en réalisant une étude détaillée de la succession sédimentaire.

De nombreuses évidences halocinétiques ont été observées dans le Nord de l'Espagne. Ces diapirs sont constitués d'évaporites triasiques et l'étude de leur évolution montre que la plupart d'entre eux sont polyphasés. En effet les premiers mouvements halocinétiques sont datés du Jurassique supérieur – Crétacé inférieur et associé à un contexte extensif. La seconde phase de remontée du sel intervient au Cénozoïque pendant la phase orogénique pyrénéenne, qui a entrainé une inversion des structures extensives et une réactivation des diapirs par des contraintes compressives.

Le diapir de Poza de la Sal est localisé au Sud du Bassin Basco-Cantabrique (NE Espagne). Il se situe au niveau de la terminaison périclinale de l'anticlinal de Villalta (100 km au nord de Burgos). Ces structures (anticlinal et diapir), dont l'origine est intimement liée, se sont développées entre l'Oligocène et le Miocène.

Une sédimentation synorogénique se met en place pendant cette même période. Elle correspond à des systèmes de cônes alluviaux se développant sur les flancs et à la périphérie des structures anticlinale et diapirique.

L'objectif de cette étude est de distinguer le rôle du diapir et de l'anticlinal sur la mise en place et l'évolution de cônes alluviaux. Pour cela une analyse de la géométrie des corps sédimentaires couplée à une étude sédimentologique permettra de hiérarchiser l'influence relative de chacune des deux structures de déformation sur la sédimentation.

Les principaux résultats montrent que le diapir exerce un contrôle local sur la distribution des cônes alluviaux. L'architecture interne de ces cônes est modifiée à la périphérie du diapir permettant d'identifier des phases d'activité temporaire de la structure.

# QUANTIFICATION DES FACTEURS DE CONTRÔLE DE LA PRODUCTION CARBONATÉE PAR LA MODÉLISATION STRATIGRAPHIQUE : APPLICATION AU MESSINIEN DU BASSIN DE SORBAS

Christophe KOLODKA[1,2,@], Emmanuelle VENNIN[1], Raphael BOURILLOT[3], Didier GRANJEON[4], Guy DÉSAUBLIAUX[2]

(1) Laboratoire BIOGÉOSCIENCES, UMR CNRS/uB 6282, Université de Bourgogne, 6 Bd. Gabriel, 21000 Dijon
(2) GDF SUEZ E&P International, 1 Place Samuel de Champlain, Faubourg de l'Arche, 92930 Paris La Défense
(3) ENSEGID, EA 4592 'Géoressources & Environnement' Institut Polytechnique de Bordeaux, 1 Allée Daguin, 33607 Pessac.
(4) IFP Énergies Nouvelles, 1 & 4, Avenue de Bois-Préau, 92852 Rueil Malmaison Cedex.
(@) christophe.kolodka@u-bourgogne.fr

Les plates-formes mixtes carbonatées-silicoclastiques du Messinien du Bassin de Sorbas (SE Espagne) enregistrent d'importants changements associés aux variations du plan d'eau, à la déformation d'une couche évaporitique sus-jacente et aux fluctuations des apports détritiques. Ces paramètres influencent à la fois la composition de ces plates-formes, induisant des changements de composants carbonatés, mais également la géométrie des corps sédimentaires et la distribution des faciès.

Cette étude montre une série de simulations en trois-dimensions réalisées grâce au logiciel DIONISOS afin de hiérarchiser les différents facteurs de contrôle de la production carbonatée, pour ensuite les quantifier à l'échelle du bassin.

L'approche choisit ici consiste à calibrer le modèle en limitant l'utilisation de données issues du modèle géologique et en introduisant des données issues de systèmes sédimentaires actuels. Ainsi, les paramètres associés à la production carbonatée tels que les taux d'accumulation de chacun des composants carbonatés, les fenêtres hydrodynamique et bathymétrique dans lesquelles ils se développent ainsi que leur tolérance à la salinité sont paramétrés à partir d'analogues carbonatés actuels. Des tests de sensibilités ont été effectués sur les différentes valeurs compilées dans la littérature afin de définir un « best-fit model » se rapprochant le plus du modèle géologique en terme de géométries, d'épaisseur de séquences et de distribution de faciès. D'autres tests ont été réalisés sur les variables de l'accommodation telles que la déformation évaporitique et la subsidence afin d'évaluer leur influence sur l'architecture sédimentaire. Ces différents tests montrent que les variables de contrôle de la production carbonatée sont : (1) les variations du plan d'eau ; (2) l'hydrodynamisme ; (3) la salinité et (4) les apports détritiques.

Une étude quantitative réalisée sur les paramètres contrôlant les variations de l'accommodation montre que les fluctuations du plan d'eau expliquent en grande partie les variations enregistrées à l'échelle du bassin. Cependant cette analyse souligne qu'il est nécessaire d'impliquer la déformation des évaporites sus-jacentes pour expliquer le volume de sédiments accumulé. La déformation/dissolution évaporitique est également un paramètre influençant fortement la production carbonatée. En effet elle induit un changement de composants carbonatés depuis un système dominé par les ooïdes et les boues micritiques vers un système dominé par les microbialites.

# DATATION D'ÉPISODES DE DÉBÂCLES GLACIAIRES MAJEURES HOLOCÈNES DANS LE SYSTÈME DE LA ÞJÓRSÁ ET DE LA TUNGNAÁ (SUD ISLANDE) BASÉE SUR LA GÉOCHIMIE DES TEPHRA

Eléonore KÖNG[1,@], Jean-Luc SCHNEIDER[1], Gilles CHAZOT[2],
Brigitte VAN VLIET-LANOË[2]

(1) Université Bordeaux 1, CNRS-UMR 5805 EPOC, Avenue des Facultés, 33405 TALENCE
(2) IUEM, CNRS-UMR "Domaines Océaniques", Place N. Copernic, 29280 PLOUZANE
(@) eleonore.kong@etu.u-bordeaux1.fr

Le système de la Þjórsá et de la Tungnaá dans le Sud de l'Islande a drainé au cours de l'Holocène des débâcles glaciaires (jökulhlaups) récurrentes de grande ampleur à la périphérie du Vatnajökull. Ces débâcles ont eu un impact morpho-sédimentaire important sur les réseaux fluviatiles (structures d'érosion, dépôts de crues), mais la chronologie de ces crues majeures demeure mal contrainte. Les laisses de crues en bordure du réseau, sont interstratifiées avec des niveaux de tephra. La téphrochronostratigraphie est une méthode de datation très utile en Islande du fait du grand nombre de volcans présent sur l'île et de leurs éruptions fréquentes. Les tephra permettent de corréler des niveaux sédimentaires présents dans des coupes différentes, parfois éloignées. L'étude téphrochronologique de quatre coupes levées dans la zone médiane du bassin versant de la Þjórsá et de la Tungnaá dans des dépôts de laisses de crues de jökulhlaups a pour but d'établir un calendrier des crues dans ce système fluviatile périglaciaire.

Les tephra marquent des discontinuités dans l'enregistrement sédimentaire des crues dont il est possible de déterminer la succession dans chaque coupe. L'identification et la corrélation des tephra sont réalisées à l'aide de l'analyse géochimique des éléments majeurs (microsonde électronique) et en traces (LA-ICPMS) des verres volcaniques par comparaison aux compositions des produits des éruptions récentes. Trois sources volcaniques distinctes ont été mises en évidence (Hekla, Katla et Veiðivotn), et il est possible de corréler les tephra avec des épisodes éruptifs précis. L'intervalle chronologique des éruptions identifiées par les tephra dans les coupes s'étale de 870 AD à 1845 AD. L'enregistrement téphrochronologique est incomplet et contrasté selon les coupes. Des corrélations sont cependant possibles.

L'enregistrement des débâcles est variable selon les coupes et il est également possible de mettre en évidence soit l'absence de dépôts de crues dans certaines coupes, soit leur érosion par des événements ultérieurs. Malgré ces enregistrements sédimentaires incomplets, une période d'activité hydrologique plus intense dans le bassin versant a été identifiée. Il s'agit de la période chaude médiévale comprise entre 870 AD et 1500 AD. Il est donc possible d'envisager une relation entre une période de réchauffement climatique et une recrudescence des débâcles. Le bilan de masse négatif des glaciers islandais pendant cette période a certainement favorisé une augmentation du flux géothermique et de l'activité volcanique sous-glaciaires et, par là, le développement et la vidange de lacs sous-glaciaires. Il est donc légitime de poser la question de l'impact des changements climatiques actuels sur une potentielle augmentation des épisodes de débâcles glaciaires de grande ampleur dans le système de la Þjórsá et de la Tungnaá et de leurs conséquences socio-économiques.

# IMPACT DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES DU JURASSIQUE INFERIEUR TERMINAL SUR LA PRODUCTION CARBONATÉE DE PLATE-FORMES DE LA MARGE NORD GONDWANIENNE (MAROC)

François-Nicolas KRENCKER[1,@], Stéphane BODIN[1], Ulrich HEIMHOFER[2], Guillaume SUAN[3], Lahcen KABIRI[4], Adrian IMMENHAUSER[1]

(1) Ruhr-Universität Bochum, Institut für Geologie, Mineralogie und Geophysik, D-44870 Bochum, Germany
(2) Institut für Geologie, Leibniz Universität Hannover, Callinstrasse 30, D-30167 Hannover, Germany
(3) Laboratoire de Géologie de Lyon, OSU, Université Lyon 1, Campus de la Doua, Bâtiment Géode, F-69622 Villeurbanne Cedex, France
(4) Moulay Ismail University (UMI), Faculty of Sciences and Techniques, Errachidia (FSTE), Department of Geology, PO Box 52 000 509 Boutalamine Errachidia, Morocco
(@) francois.krencker@rub.de

L'intervalle du Pliensbachien terminal-Toarcien est caractérisé par quatre épisodes de renouvellement de faunes continentales et marines. Ces épisodes sont, de manière générale, associés à des fluctuations des valeurs en $\delta^{13}C$ et $\delta^{18}O$ interprétées en termes de changements environnementaux globaux. Ces perturbations se sont produites vers : 1) la limite Pliensbachien-Toarcien, 2) au début de la zone d'ammonites de *serpentinum*, 3) à la limite Toarcien moyen- Toarcien supérieur et 4) dans le Toarcien terminal. Les causes de ces perturbations biotiques et abiotiques restent incertaines, mais pourraient être reliées aux activités magmatiques de la grande province ignée du Karoo-Ferrar.

Parmi ces perturbations, la plus sévère semble être l'évènement de la zone à *serpentinum*, correspondant à l'évènement d'anoxie océanique du Toarcien (T-OAE). Le T-OAE représente à ce jour la crise la plus étudiée du Toarcien, au détriment des autres événements. En conséquence, les données géochimiques en dehors de l'intervalle du T-OAE demeurent encore éparses. A ceci vient s'ajouter le fait qu'aucune étude, à ce jour, ne s'est intéressée à la succession dans le temps des différents types de producteurs carbonatés néritiques, durant le Pliensbachien Toarcien. Dans ce contexte, notre étude a deux objectifs : dans un premier temps, évaluer l'impact des changements paléoclimatiques, sur les types de producteurs carbonatés néritiques du Pliensbachien terminal à l'Aalénien inférieur ; dans un second temps, caractériser les processus à l'origine des extinctions du Pliensbachien-Toarcien.

Pour atteindre ces objectifs, 10 levés sédimentologiques ont été effectués, dans le Haut Atlas Central, sur des roches sédimentaires datées du Pliensbachien terminal à l'Aalénien inférieur. Nos sections sont contraintes temporellement par stratigraphie séquentielle, biostratigraphie (ammonites, nannofossiles et brachiopodes) et chimiostratigraphie. Les analyses géochimiques ont été réalisées sur la phase micritique de mudstones, de marnes, ainsi que sur les parties non altérées de coquilles de brachiopodes. Ces analyses ont permis d'évaluer la composition isotopique en carbone et oxygène de la phase carbonatée et organique, ainsi que les concentrations en phosphore.

L'analyse et l'interprétation des données sédimentologiques ont permis de mettre en évidence 3 épisodes d'ennoiement de plates-formes. Chacun de ces ennoiements a pu être relié à l'une des perturbations environnementales ayant sévi durant l'intervalle Pliensbachien-Toarcien. Cette étude apporte des éléments de reconnaissance sur le terrain, permettant de distinguer les arrêts de production carbonatée reliés à des épisodes d'acidification océaniques, de ceux reliés à des événements d'eutrophication.

# SEDIMENTOLOGIE DE LA FORMATION DE LA VACA MUERTA (JURASSIQUE TERMINAL - CRETACE BASAL) DANS LE BASSIN DU NEUQUEN (ARGENTINE)

Nesma KRIM[1, 2, @], Patrice IMBERT[1], Cedric BONNEL[2], Guilhem HOAREAU[2], Charles AUBOURG[2], Nicolas TRIBOVILLARD[3]

(1) TOTAL, CSTJF, Avenue Larribau, 64018 Pau cedex
(2) UMR 5150- IPRA-Université de Pau et des Pays de l'Adour, BP 115, 64013, Pau cedex
(3) UMR 8217-CNRS-Université Lille. UFR des Sciences de la Terre bâtiment SN5, 59655 Villeneuve d'Ascq cedex
(@) n.krim@live.fr

Le bassin du Neuquén se situe dans la partie centro-occidentale de l'Argentine. De forme triangulaire, il s'étend sur plus de 120.000 km². Ce bassin comprend un enregistrement sédimentaire continu de plus de 4000 mètres depuis la fin du Trias jusqu'au début du Cénozoïque. La sédimentation est d'abord continentale (volcano-clastique), puis marine avec le développement d'un bassin d'arrière-arc puis à nouveau continentale avec la mise en place d'un bassin d'avant-pays.

La formation de la Vaca Muerta, d'âge Tithonique – Berriasien, correspond à la première roche mère du bassin du Neuquén. Elle est épaisse de plus de 300 mètres et correspond à des faciès argileux riches en matière organique ainsi que des niveaux calcaires et marneux déposés lors d'une transgression majeure.

Dans ce travail, nous documentons la chronologie relative des événements géologiques et des processus sédimentaires qui nous permettent de reconstituer le remplissage sédimentaire d'un bassin "arrière-arc" en relation avec les facteurs de contrôle auto et allocycliques (tectonique, climatique, eustatique).

A partir d'observations de terrain (huit logs sédimentologiques) effectuées dans la partie sud occidentale du bassin (Anticlinal de Picún Leufú), nous proposons un découpage séquentiel de la formation de la Vaca Muerta ainsi qu'un schéma de corrélations (basé sur les données de faciès et les géométries observées).

Cette étude met en évidence plusieurs séquences majeures progradantes qui illustrent l'évolution paléogéographique de la région en relation avec les mouvements verticaux et les variations d'apports sédimentaires.

Un travail de détails sur les séquences élémentaires a également été mené afin de définir les hétérogénéités verticales et latérales de ces dépôts argileux riches en matière organique. Cette démarche permet de caractériser l'évolution de la répartition de cette matière organique en fonction des différents mouvements eustatiques et de la relier à la géométrie des corps sédimentaires.

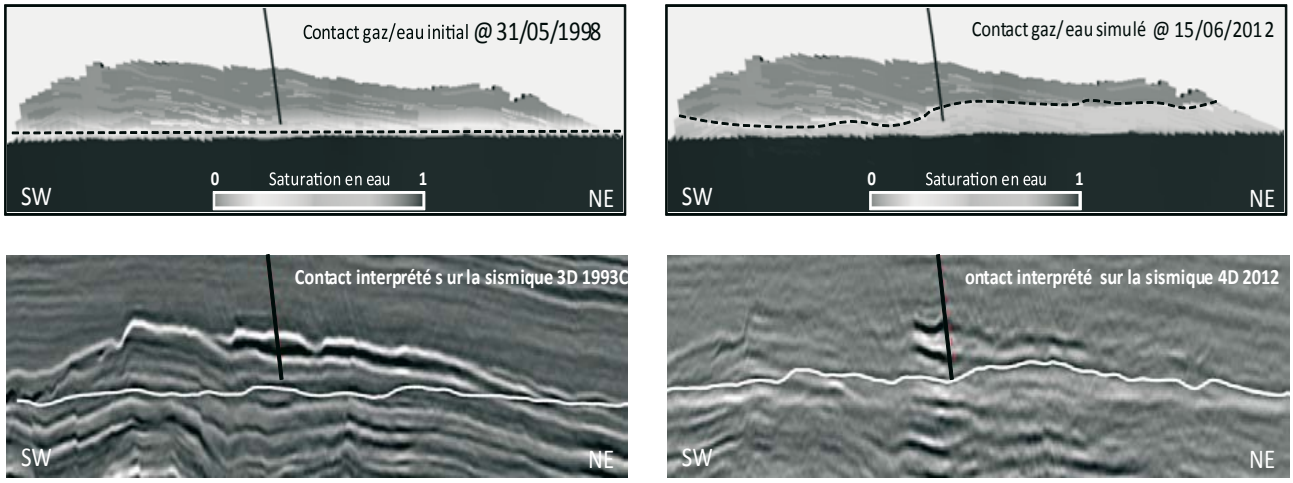
# DÉMARCHE INTÉGRÉE DE MODÉLISATION DES KARSTS – INTÉGRATION DES DONNÉES DE PRODUCTION ET DES DONNÉES SISMIQUES (INVERSION ET 4D )

Richard LABOURDETTE[1,@], Marcelle RODRIGUES[1], Issam TARRASS[1], Thierry MANIVIT[1], Elsa BONNAY[1]

(1) Total S.A., avenue Larribau 64 018 Pau cedex
(@) richard.labourdette@total.com

Dans les réservoirs carbonatés, les hétérogénéités sont principalement portées par les processus de dépôts sedimentaires et par la diagénése. La distribution spatiale de ces hétérogénéités est donc la contrainte majeure pour la modélisation des propriétés petrophysiques des modeles statiques et dynamiques des réservoirs. Dans le cadre des reservoirs d'une plateforme isolé soumis fortement a l'érosion ; les phénomènes de karstification sont les plus importants processus diagénétiques de part leur impact sur le champ de perméabilité final du réservoir. Ces processus sont fortement imbriqués, souvent polyphasiques, d'extension et de distribution variées. Il est donc extrêmement difficile de prédire précisément la distribution spatiale des différents rock-type dans les modèles réservoir, chacun d'entre eux étant lié à des processus sédimentaires et diagénétiques différents, avec leur propre, mais interdépendante, représentation géométrique. L'intégration de toutes les données disponibles des réservoirs d'hydrocarbure est donc primordiale pour mieux appréhender son comportement dynamique au cours de sa production.

L'étude présentée est basée sur l'intégration des données d'un champ en production depuis plus de quinze ans. Ces données comportent des acquisitions puits avant et en cours de production, un historique de production et des acquisitions sismiques 3D et 4D. Une approche de modélisation novatrice est appliquée, basée sur un contrôle géologique des processus et dérivée des relations entre processus de karstification, facies de dépôt et proximité à des plans de faille. La calibration du modèle est intimement liée à sa réponse dynamique et sa confrontation aux données de production. Finalement, le modèle est comparé à la sismique 4D, permettant de valider la démarche de modélisation et les concepts de mise en place de phases karstiques intégrées.




*Comparaison entre les contacts gaz/eau observés (sismique 3D et 4D) et les contacts simulés du modèle.*

# LA MINÉRALISATION EN MANGANÈSE DE BOUARFA DANS LE HAUT ATLAS (MAROC)

Ludovic LAFFORGUE[1,@], Jocelyn BARBARAND[1], Omar SADDIQI[2]

(1) UMR 8148 IDES, Université Paris Sud Bat 504, 91405 Orsay cedex, France
(2) Laboratoire «Géosciences», Université Hassan II, BP 5366 Maârif, Casablanca, Maroc
(@) ludovic.lafforgue@u-psud.fr

Sur les bordures de la chaîne du Haut Atlas marocain se trouvent de nombreux gisements stratiformes (Pb-Zn, Cu et Mn). La relation de ces gisements avec la géodynamique de la région reste un sujet de discussion scientifique entre les différents auteurs. Certain jugent que les systèmes en extension sont plus propices à la circulation de fluides minéralisateurs (Muchez et al. 2005) tandis que pour d'autre les minéralisations se forment préférentiellement après la mise en place du bassin dans les systèmes compressifs qui favorisent la circulation des fluides (Bradley et Leach, 1993).

Pour apporter des contraintes sur la mise en place de ces gisements, la minéralisation de Bouarfa située sur le front nord du Haut Atlas marocain oriental a été étudiée. Exploitée pendant une quarantaine d'année, ce gisement a produit plus de 2 millions de tonnes de Mn. Elle est associée à des barres dolomitiques du Sinémurien, intercalées entre des niveaux arkosiques reposant en discordance sur le socle paléozoïque schisteux et un massif puissant carbonaté du Bajocien. Cet ensemble sédimentaire se situe au cœur d'un large anticlinal affecté par le passage d'un accident majeur, le front Nord atlasique (NAF) qui limite le Haut Atlas vers le Nord.

Le but de cette étude est de caractériser ces minéralisations et de comprendre leur mise en place en l'intégrant dans l'histoire tectonique du Haut Atlas. Pour cela une étude pétrographique et géochimique des formations hôtes et de la minéralisation, associée aux données thermochronologiques (traces de fission) sur apatite provenant de blocs de granite compris dans des conglomérats et de sables encadrants la formation a été menée.

L'observation macroscopique et microscopique (microscope optique, cathodoluminescence, MEB-EDS) permet de mettre en évidence différentes phases de dolomitisation et de minéralisation d'oxyde de manganèse et d'oxy-hydroxyde de fer associés. L'étude des phases dolomitiques montre la séquence suivante : une dolomite contemporaine des dépôts de facies micritiques à pellets et oncolithes est suivie par une série d'évènements dolomitiques marqués par des cristaux sub- et euhédraux qui comblent la porosité primaire et/ou secondaire. Les différentes phases d'oxydes de manganèse ont été observées et caractérisées au DRX et MEB-EDS. Deux phases de minéralisation distinctes sont observables. La première est principalement composée par la pyrolusite qui se développe en remplacement des cristaux de dolomite tardive, tandis que la seconde série de minéralisations est associée à la calcite de remplissage de fissures et est représentée par différentes phases d'oxyde telles que la pyrolusite, plus tardive, et autres oxydes de la famille de la hollandite (hollandite, cryptomélane, strontiomélane, psilomélane).

La définition de cette séquence minéralisatrice associée à l'étude structurale et thermochronologique en cours permettront de mieux comprendre l'évolution géodynamique du Nord du Haut Atlas et d'avoir un aperçu de l'évolution du relief et du gradient de fluides ayant circulés dans ces formations pouvant être à l'origine de ces minéralisations.

Bibliographie :

Bradley & Leach (2003) Mineralium deposita 38, 652-667
Muchez et al. (2005) Ore Geology Reviews 27, 241–267

# 3D PROCESS MODELLING OF ANCIENT STORM-DOMINATED DEPOSITS BY AN EVENT-BASED APPROACH

Laure LAIGLE[(1)], Philippe JOSEPH[(1,@)], Ghislain de MARSILY[(2)], Vanessa TELES[(1)], Sophie VIOLETTE[(2)],

(1) IFP Energies nouvelles, 1 et 4 avenue de Bois Préau, 92852 Rueil-Malmaison.
(2) Université Pierre & Marie Curie, Paris 06, UMR 7619 SISYPHE, 75252 Paris cedex 05, France, et CNRS, UMR 7619 SISYPHE, 75005 Paris, France.
(@) philippe.joseph@ifpen.fr

The characterization of porosity and permeability heterogeneities that may impact on fluid flows (water, oil, gas) in sedimentary rocks is of primary importance to understand their pathways during economic recovery. These heterogeneities are directly linked to the nature and geometry of sediment deposits. In this context, being able to model numerically the physical processes that explain the present day distribution and architecture of reservoir rocks is a major added value.

As many porous and permeable sedimentary rocks are made of marine coastal deposits, a numerical model has been developed for simulating erosion, transport and deposition of sediments from the foreshore to the offshore environment. It is based on the statement that, since observed reservoirs have been created in a time frame ranging from tens to hundreds of thousands of years, the preserved heterogeneities are mainly the result of high-energy exceptional events: low frequency (one every hundred years or more) storms and/or fluvial floods, characterized by remarkable intensity or sediment supply.

The presented model is designed for the 3D characterisation of deposits generated by storms. The transport module accounts for the impact of two unidirectional currents: 1/ a strong return current originated by the coastal setup due to water supply by the wind and 2/ a littoral drift current caused by an energy transfer during wave surfing near the shore. These currents interact at the sea bottom with wave induced oscillatory currents and are responsible for sea floor erosion and particle matter mobilisation. Between storm events, fair weather deposits are modelled through an average process.

The storm modelling module has been calibrated on recent events in the «Golfe du Lion» (Mediterranean Sea, France), and then applied to the sedimentary wedge that has been recorded during the last Pleistocene glacial low stand on the Mediterranean shelf. This innovative approach helps us to understand the modality of preservation of event deposits in the sedimentary record, and by focusing on heterogeneities distribution, it gives promising perspectives to help in populating geological models with realistic petrophysical properties.

LAIGLE, L., JOSEPH, P., de MARSILY, G. & VIOLETTE, S. (2013). 3-D process modelling of ancient storm-dominated deposits by an event-based approach: Application to Pleistocene-to-modern Gulf of Lions deposits. Marine Geology, Volume 335, No 1, p. 177-199.

# VERS DES CORRÉLATIONS NON DÉTERMINISTES DE SÉRIES STRATIGRAPHIQUES: EXEMPLE EN MAGNÉTOSTRATIGRAPHIE.

Florent LALLIER[1,2,3], Guillaume CAUMON [1,2,@],
Julien CHARREAU[4,5], Christophe ANTOINE[4,5]

(1) Université de Lorraine-ENSG, Georessources (UMR7359), F-54518 Vandoeuvre-Lès-Nancy, France.
(2) CNRS, Georessources (UMR7359), F-54518 Vandoeuvre-Lès-Nancy, France.
(3) Total E&P UK, Crawpeel Road, Altens, Aberdeen AB12 3FG, Scotland.
(4) Université de Lorraine-ENSG, CPRG (UMR7358), F-54518 Vandoeuvre-Lès-Nancy, France.
(5) CNRS, CRPG (UMR7358), F-54518 Vandoeuvre-Lès-Nancy, France.
(@) Guillaume.Caumon@univ-lorraine.fr

Les corrélations stratigraphiques entre forages ou affleurements constituent un élément fondamental de la sédimentologie quantitative et de l'analyse spatio-temporelle des dépôts sédimentaires. Dans la pratique, ces corrélations sont généralement effectuées de manière déterministe et parfois arbitraire malgré les incertitudes significatives pouvant exister entre des observations parcellaires.

Nous proposons une approche générale pour réaliser ces corrélations de manière à échantillonner ces incertitudes. Cette approche utilise une version stochastique de l'algorithme de déformation temporelle dynamique (*dynamic time warping*) largement utilisé en reconnaissance de la parole (Myers and Rabiner, 1981). Son application à la corrélation de séries sédimentaires demande de formaliser les règles de corrélation élémentaires adaptées aux observations disponibles. Dans cette présentation, nous montrerons un exemple de règles applicables à la datation de séries magnétrostratigraphiques (Lallier et al., 2013). Nous montrerons aussi comment visualiser ces incertitudes de manière graphique (Fig. 1), puis nous discuterons de l'applicabilité de ce type d'approche à d'autres types de corrélations.

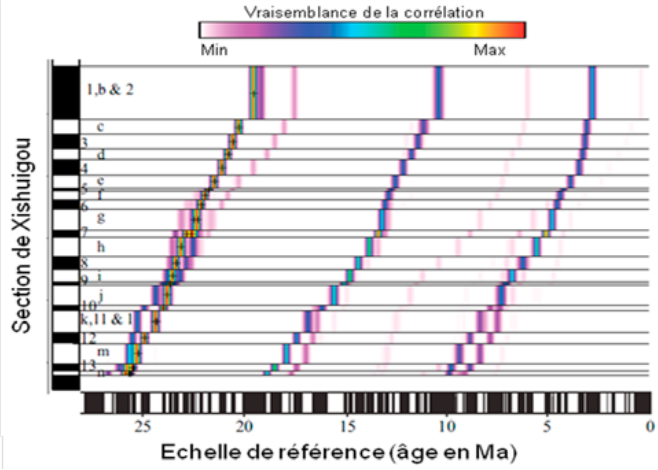



Figure 1. *Exemple de visualisation d'incertitude lors de la corrélation d'une série magnétostratigraphique à l'échelle de référence (d'après Lallier et al, 2013).*

**Références**

Myers CS et Rabiner LR (1981). A comparative study of several dynamic time-warping algorithms for connected word recognition. The Bell System Technical Journal, 60(7):1389-1409.

Lallier F, Antoine C, Charreau J, Caumon, G and Ruiu J (2013). Management of ambiguities in magnetostratigraphic correlation. Earth and Planetary Science Letters, 371-372:26-36.

# CARTOGRAPHIE ET MINERALOGIE DES FORMATIONS ARGILEUSES DE LA REGION DE BISKRA (ALGERIE)

Bachir LAMOURI[1,2,@] , Nathalie FAGEL[1], Lakhdar BOUABSA[2], Abdelmadjid CHOUABBI[2] Jacques Richard MACHE[1]

(1) UR AGEs - Argiles, Géochimie et Environnements sédimentaires, Département de Géologie B18, Sart-Tilman Allée du 6 Août, B-4000 Liège Belgique
(2) LGRN -Laboratoire Géodynamique et Ressources Minérales, Département de Géologie Université Annaba, Algérie
(@) bachir.lamouri@student.ulg.ac.be

Les matériaux argileux constituent une géoressource abondante dans de nombreuses régions avec un large éventail d'applications. Le présent travail a pour objectif de cartographier, de caractériser et de définir les potentialités industrielles des argiles Miocène à Eocène de la région de Biskra au Sud Algérien. En 2012 une mission de terrain à travers la zone d'étude (~50 $km^2$) a permis de récolter une centaine échantillons. Tous les échantillons ont été analysés par diffraction des rayons X (XRD), Fluorescence X (XRF), Spectroscopie Infrarouge (FTIR) et Microscopie Electronique à Balayage (MEB). Les échantillons les plus riches en minéraux argileux ont fait l'objet d'analyses complémentaires par granulométrie laser, analyses thermiques (ATG/DSC) et essais géotechniques.

Les résultats permettent de répartir les échantillons selon trois groupes. Le premier groupe comporte les argiles d'âge miocène moyen, elles sont constituées de 65% de fraction fine (< 2 µm) à dominance de smectite (50%), kaolinite (35%) et d'illite (15%). Le second groupe représente les argiles Miocène inférieur. Constituées de 40% de fraction fine, elles se caractérisent par la prépondérance de palygorskite (60%) accompagnée d'illite (20%). Kaolinite, smectite et minéraux interstratifiés complètent l'assemblage argileux. Le troisième groupe se compose des argiles de l'Eocène moyen. Avec seulement 35% de fraction argileuse, elles sont représentées essentiellement par la smectite (50%), la palygorskite (40%) et l'illite (10%). La composition chimique confirme les données de la minéralogie. Pour le groupe 1, les teneurs en $SiO_2$ sont comprises entre 43 et 50%, $Al_2O_3$ 13 et 18%, CaO 04 et 12% avec un rapport $SiO_2/ Al_2O_3$ de l'ordre de 3 à 3,5. Les deux autres groupes ont été classés comme des marnes vu les teneurs en CaO qui dépassent les 40%.

Sur la base de ces résultats préliminaires, les formations argileuses du groupe 1 (argiles d'âge Miocène moyen) pourraient être valorisées dans le domaine de la poterie et la production de terres cuites.

***Mots clés:*** Argile, Miocène, Eocène, Algérie, XRD

# COMPARAISON DE DONNÉES BASSES ET HAUTES FRÉQUENCES ET ÉVALUATION DES PERFORMANCES DE PLUSIEURS ALGORITHMES D'ESTIMATION DE FLUX SÉDIMENTAIRES
## APPLICATION SUR LE BASSIN VERSANT SEINE AVAL

Valentin LANDEMAINE[1,2,@], Benoit LAIGNEL[1], Olivier CERDAN[2]

UMR CNRS 6143 M2C, Place E. Blondel, 76 821 Mont-Saint-Aignan Cedex, France
BRGM, RNSC, 3 Avenue Claude Guillemin, BP 6009, 45060 Orléans, France
(@) valentin.landemaine@gmail.com

Les exports de sédiments dans les rivières constituent l'essentiel des transferts de matières des surfaces continentales vers les océans et contribuent largement aux transferts de nutriments, pesticides, métaux lourds, etc., néfastes pour la qualité des eaux. Ces problèmes de pollutions des masses d'eaux sont particulièrement présents au niveau des plateaux lœssiques normands qui présentent de forts taux d'érosion et des phénomènes de coulées boueuses.

La quantification des flux de sédiments est fondée sur des mesures de concentration en Matières En Suspension (M.E.S.) et de débits. Seules des chroniques de mesures hautes fréquences (pas de temps infra-horaire), intégrant la variabilité temporelle des concentrations en MES, permettent de calculer des flux sédimentaires « réels ». Cependant, le coût d'instrumentation limite l'emploi de telle méthode d'acquisition. En France, les débits sont suivis à pas de temps journalier (Banque Hydro), tandis que les concentrations en MES sont mesurées à des fréquences mensuelles voire bimensuelles dans le cadre du Réseau National de Bassins (RNB). Avec de telles mesures basses fréquences, un algorithme doit être utilisé pour calculer un flux sédimentaire « estimé ». De nombreux algorithmes d'estimation ont été développés au cours de ces dernières décennies, des plus simples aux plus élaborés, mais aucun consensus n'a été trouvé sur l'emploi de tel ou tel algorithme à cause de la complexité de la relation débit-MES.

Cette étude se propose ainsi de revisiter la chaîne de calcul de flux sédimentaires à partir de données basses fréquences. Pour se faire, nous disposons d'une à plusieurs années de mesures à haute fréquence, sur neuf bassins versants hauts-normands de superficie très variable (10 km² à 10 000 km²), ainsi que de mesures basses fréquences sur les mêmes années. Dans un premier temps, les flux sédimentaires réels par bassin ont été calculés à partir des données hautes fréquences. Dans un second temps, des flux sédimentaires ont été estimés sur ces mêmes bassins à partir de données basses fréquences réelles (RNB) ou simulées (ré-échantillonnage des données hautes fréquences à basse fréquence) et selon onze algorithmes d'estimation des flux sédimentaires, classiquement utilisés dans la littérature : averaging estimator, ratio estimator, linear interpolation, rating curve et improved rating curve approach (IRCA).

Les résultats montrent, quel que soit le bassin considéré et l'algorithme utilisé, le biais, entre flux réel et flux estimé, est nettement supérieur avec des données basses fréquences réelles qu'avec des données basses fréquences simulées. L'explication se situe à la base de la chaîne de calcul, puisque les concentrations en MES journalières RNB sont grandement inférieures aux concentrations en MES moyennes journalières hautes fréquences. Par ailleurs, lorsque les flux de MES sont estimés à partir de données basses fréquences simulées, ce sont les algorithmes de type rating curve ou IRCA qui fournissent, dans la majorité des cas, les meilleures performances.

# LA CARACTÉRISATION GÉOPHYSIQUE DES CONDUITS DE MIGRATION DE FLUIDES DANS LES BASSINS SÉDIMENTAIRES : GÉOMÉTRIE, PROPAGATION ET RÔLE SUR LA DÉFORMATION

Audrey LAPLANCHE[1,@], Aurélien GAY[1], Tania MARSSET[2]

(1) Laboratoire Géosciences Montpellier, Place Eugène Bataillon, Case 060, 34095 Montpellier, France
(2) Laboratoire Géosciences Marines, IFREMER, 29200 Plouzané, France
(@) audrey.laplanche@etud.univ-montp2.fr

De nombreuses études ont tenté d'établir un lien entre les zones de sorties de fluides et leur source en profondeur (Gay et al. 2007 et références). Pourtant, l'architecture précise du réseau de migration est restée incertaine pendant longtemps. L'utilisation dans le milieu académique à partir des années 2000 de données de sismique 3D et d'imagerie haute résolution des fonds marins a permis de réaliser des avancées significatives en définissant d'abord une signature géophysique. Les conduits de fluides, dont le diamètre peut atteindre 150-200 m, peuvent être identifiés sur les profils sismiques grâce au gaz qu'ils contiennent ou aux carbonates qui ont précipité par interaction biochimique avec l'encaissant sédimentaire. Ces cheminées, lorsqu'elles atteignent le fond de la mer, sont généralement « coiffées » d'une sortie de fluides (pockmark ou volcan de boue).

Aujourd'hui encore, ni la source des fluides, ni les processus d'initiation (la surpression par exemple), ni leur mode d'expulsion (épisodique, catastrophique, cyclique) n'ont été clairement établis. Nous montrerons que la combinaison de plusieurs attributs sismiques sur des données 3D THR (Très Haute Résolution) permet d'identifier la déformation induite des sédiments environnants par la propagation d'un conduit. Cette approche permet de mieux caractériser son architecture interne et de définir précisément le point d'initiation de la migration (i.e. sa source) et son point d'expulsion (i.e. pockmark actuel ou paleo-pockmark).

Ce type d'approche est absolument indispensable pour définir l'état d'un conduit (actif, fossile ou réactivation potentielle). Cela a des implications fortes sur l'identification des paramètres qui contrôlent l'expulsion et donc sur la détermination du risque associé à une expulsion brutale de fluides, par exemple liée à une activité anthropique (pose de câbles, ancrages etc…).

Anka, Z., Berndt, C. and Gay, A. (2012). Hydrocarbon Leakage through focused fluid flow systems in continental margins. Marine Geology, 332-334: 1-3.
Gay, A., Lopez, M., Berndt, C. and Séranne, M., (2007). Geological controls on focused fluid flow associated with seafloor seeps in the Lower Congo Basin. *Marine Geology*, 244: 68-92.

# ÉVOLUTION DU SUD DE LA TUNISIE (REGION DE GABES) DU JURASSIQUE SUPERIEUR AU MIOCENE

Eric LASSEUR[1,@], Chedly ABBES[2], Gabriel COURRIOUX [1],
Olivier SEDAN MIEGEMOLLE[1], Brahim ABIDI[3]

(1) BRGM, 3 avenue Claude Guillemin 45060 Orléans CEDEX 2, France
(2) Université de Sfax, Sfax, Tunisie.
(3) Arrondissement des Ressources en Eau, CRDA de Gabès, 87 Slah Ayoubi, 6019, Gabès, Tunisie
(@) e.lasseur@brgm.fr

La région située entre Gabès, Médenine et Kébili, se situe à la limite de trois domaines morphostructuraux principaux :

La plate-forme saharienne et le plateau du Dahar au sud, située sur une croûte non amincie, peu subsidente pendant la majeure partie du mésocénozoique et peu déformée au cours du Tertiaire. A l'intérieur de cette plate-forme le môle de Tebaga de Médenine, hérité de l'histoire hercynienne est particulièrement peu subsident durant le Jurassique et le Crétacé inférieur.

La chaine nord des Chotts au nord, terminaison sud de l'Atlas, située sur une croûte amincie, liée à l'histoire téthysienne, et largement déformée lors des compressions tertiaires. La limite entre ces deux zones est formée par une large zone, subsidente au Jurassique et au Crétacé inférieur, d'orientation est-ouest, dénommée Sillon des Chotts.

La plaine de la Jeffara, plaine côtière située à l'est des Plateaux du dahar et du sillon des Chotts et se continuant en Lybie, forme la transition avec la mer pélagienne, elle est marquée par une tectonique extensive et transtensive importante débutant au cours du Crétacé supérieur.

Une approche couplée terrain-forages-sismique-modélisation (Geomodeller™), réalisée dans le cadre d'un modèle hydrogéologique 3D de la plaine de la Jeffara permet de préciser la structuration, la distribution des épaisseurs sédimentaires ainsi que la paléogéographie de cette zone. Ceci permet de reconstituer les principales phases d'évolution de cette zone et la réponse des différents domaines morphostructuraux aux contraintes tectoniques, avec en particulier :

Un contexte globalement extensif N-S au Jurassique et au Crétacé inférieur, entrecoupé par des discontinuités importantes au Crétacé inférieur (Berriasien- Valanginien et Aptien) traduisant des phases de déformation grande longueur d'onde, marquées par des variations d'épaisseur entre les différents domaines morphostructuraux et la mise en place d'une sédimentation continentale.

Un ennoiement généralisé au cours de l'Albien supérieur et une harmonisation de la subsidence jusqu'au Turonien, y compris sur le môle de Tebaga antérieurement émergé.

Une phase de déformation majeure au cours du Coniacien, marquée par une tectonique extensive à forte composante décrochante, réactivant des faisceaux de failles décrochantes NW-SE majeures (faille de Gafsa..) et générant des fossés d'effondrement en relai, à la limite entre le sillon des chotts et le plateau du Dahar à l'est et la plaine de la Jeffara à l'ouest.

Une émersion généralisée de la zone à partir du Tertiaire, avec des rares dépôts Eocène et Miocène préservés, ces derniers scellant les premières déformations plicatives liées à la convergence Afrique-Europe.

La compression majeure à partir du Tortonien et l'ouverture de la mer Pélagienne génèrent une déformation majeure de l'Atlas et une réactivation des zones en extension ayant joué au cours du Crétacé supérieur. Cette évolution récente n'a pas été détaillée au cours de cette étude si ce n'est pour restaurer les structurations antérieures.

Nous montrerons que la zone étudiée enregistre les principaux évènements téthysiens, avec des réponses différents du substratum des principaux domaines morphostructuraux qui sont directement liées à leur structure profonde.

# LE CANNABINOL SÉDIMENTAIRE, TRACEUR DE L'HISTOIRE DU ROUISSAGE DU CHANVRE

Marlène LAVRIEUX[1, 2, *,@], Jérémy JACOB[1], Jean-Robert DISNAR[1] , Jean-Gabriel BREHERET[2], Claude LE MILBEAU[1] , Yannick MIRAS[3,4] , Valérie ANDRIEU-PONEL[5]

(1) Institut des Sciences de la Terre d'Orléans, Université d'Orléans, ISTO, UMR 7327, 45071 Orléans, France.
(2) GéoHydrosystèmes Continentaux (GéHCo), EA 6293, Faculté des Sciences et Techniques, Université François-Rabelais de Tours, Parc Grandmont, 37200 Tours, France.
(3) CNRS, GEOLAB, UMR 6042, Laboratoire de Géographie Physique et Environnementale, 4 rue Ledru, 63057 Clermont-Ferrand Cedex 1, France.
(4) Clermont Université, Université Blaise Pascal, GEOLAB, Maison des Sciences de l'Homme, BP 10448, 63000 Clermont-Ferrand, France.
(5) Institut Méditerranéen d'Ecologie et de Paléoécologie, UMR CNRS 6116 Université Paul Cézanne, Bâtiment Villemin, BP 80, 13545 Aix en Provence Cedex 04, France.
*adresse actuelle : Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement – CEA, Orme des Merisiers, F-91191 Gif-sur-Yvette Cedex
(@) marlene.lavrieux@lsce.ipsl.fr

Le chanvre (*Cannabis* sp.) a été une plante fondamentale pour le développement des sociétés humaines. Ses fibres sont en effet utilisées depuis des siècles pour la fabrication de textiles et de cordes, ce qui nécessite de rouir les tiges en les laissant macérer plusieurs jours dans l'eau. Ce processus est essentiel pour extraire les fibres de la tige de la plante, mais il peut fortement dégrader la qualité des eaux de surface, entraînant des conséquences sanitaires graves pour les populations et le bétail consommant cette eau, mais aussi pour les organismes lacustres. L'histoire des activités humaines en lien avec le chanvre (domestication, expansion, traitement) est fréquemment reconstruite à partir des graines et du pollen détectés sur les sites archéologiques ou dans les archives sédimentaires, mais ces marqueurs ne permettent pas toujours d'attester du rouissage ou sont parfois manquants.

Par ailleurs, le chanvre est réputé contenir des phytocannabinoïdes, une famille de molécules spécifique à cette plante. L'un de ces phytocannabinoïdes, le cannabinol, a été détecté au long des 1800 dernières années de l'enregistrement sédimentaire du lac d'Aydat (Puy-de-Dôme). La présence de ce biomarqueur dans l'archive lacustre est liée au rouissage. L'analyse de l'évolution des concentrations en cannabinol montre que le rouissage du chanvre était une activité importante dans la région jusqu'au milieu du XIX$^{e}$ siècle. Ces découvertes, renforcées par l'analyse pollinique et des données historiques, montrent que ce nouveau traceur sédimentaire peut aider à mieux contraindre les impacts passés des activités humaines sur l'environnement.

# POTENTIEL DU $\Delta^{18}O$ DE LA CHITINE DE CHIRONOMIDES FOSSILES POUR LES RECONSTRUCTIONS PALEOCLIMATIQUES : CALIBRATION AVEC LE $\Delta^{18}O$ DE LA CALCITE DES OSTRACODES DANS LES SEDIMENTS DU LAC D'ANNECY (HAUTE-SAVOIE)

Marlène LAVRIEUX[1,2,@], Valérie DAUX[1], Ulrich VON GRAFENSTEIN[1], Laurent MILLET[2], Monique PIERRE[1], Michel STIEVENARD[1], Valérie MASSON-DELMOTTE[1]

(1) Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE) – Orme, CEA – Orme des Merisiers, 91191 Gif-sur-Yvette Cedex, France.
(2) Chrono-Environnement, La Bouloie, UFR Sciences et Techniques, 16 route de Gray, 25030 Besançon Cedex, France.
(@) marlene.lavrieux@lsce.ipsl.fr

Afin de compléter les informations fournies par les carottes de glace du centre du Groenland, les températures côtières groenlandaises doivent être reconstituées. Dans ces régions, les sédiments lacustres présentent un fort potentiel pour les reconstitutions paléoenvironnementales et paléoclimatiques à haute résolution. Dans les lacs appropriés, le $\delta^{18}O$ de l'eau est contrôlé par le $\delta^{18}O$ des précipitations, lui-même fortement contrôlé dans les hautes latitudes par les fluctuations de la température annuelle moyenne (MAT). Aux moyennes latitudes, des méthodes ont été développées pour reconstruire le $\delta^{18}O$ passé des eaux lacustres, en utilisant le $\delta^{18}O$ de la calcite des ostracodes. Cependant, dans la plupart des lacs arctiques, les eaux sont trop acides pour que la calcite se préserve. Les larves de chironomides (moustiques non piqueurs) sont ubiquistes et leurs restes subfossiles (capsules céphaliques chitineuses) sont bien préservés dans les sédiments lacustres, sur de longues échelles de temps. Tandis que des études récentes ont révélé le potentiel des isotopes stables ($\delta D$ et $\delta^{18}O$) de la chitine des chironomes pour reconstruire le $\delta^{18}O$ des eaux lacustres passées, la calibration du signal reste à établir.

Dans ce contexte, et dans le cadre d'un projet plus vaste s'intéressant aux paléoclimats côtiers du Groenland, cette étude vise à évaluer la pertinence du $\delta^{18}O$ de la chitine des chironomes en tant que proxy pour le $\delta^{18}O$ des eaux lacustres. Cette première étape de calibration a été réalisée sur le Lac d'Annecy, où des études antérieures ont déjà élucidé (1) la distribution des chironomes dans ses sédiments de surface et (2) les variations passées du $\delta^{18}O$ de l'eau lacustre reconstruites à partir du $\delta^{18}O$ de la calcite des ostracodes – lui-même relié à la MAT. Le $\delta^{18}O$ des échantillons de chitine des chironomides du Tardiglaciaire et de l'Holocène ancien des sédiments du Lac d'Annecy a été analysé et comparé au $\delta^{18}O$ de la calcite des ostracodes. Cette présentation montrera les premiers résultats et discutera de leurs implications pour l'applicabilité de cette méthode pour évaluer les températures passées des eaux lacustres, et les contraintes qui y sont associées dans les contextes subarctiques côtiers.

# CONTRÔLES SUR LE DÉVELOPPEMENT DE STROMATOLITHES DÉPOSÉS DURANT LE CRYOGÉNIEN, NAMIBIE.

Erwan LE BER[1,@], Daniel LE HERON[1], Bernie VINING[1,2]

(1) Earth Sciences Department, Royal Holloway University of London. Egham Hill, Egham, Surrey TW20 0EX. UK.
(2) Baker Hughes, Bentley Hall, Blacknest, Alton, Hampshire GU34 4PU, United Kingdom
(@) leber.erwan@gmail.com

La Formation de Rasthof a été déposée sur une large plate forme carbonatée il y a environ 700 millions d'années. Elle est maintenant exposée sur plusieurs centaines de kilomètres au nord de la Namibie. Le faciès caractéristique (> 50 m) consiste en des tapis microbiens déformés avant leur lithification (membre 1). Ces déformations mesurent de quelques décimètres à moins de deux mètres et n'ont pas d'orientation ou de style particuliers. L'interprétation de l'environnement de dépôt est rendue compliquée par l'absence de structures sédimentaires classiques et de fossiles. Cette formation connaît un regain d'intérêt ces dernières années avec d'importantes découvertes biologiques (Dalton et al. 2013 et références incluses) et nouvelles interprétations (Le Ber et al. 2013 et références incluses). La nature laminée des microbialithes permet de les classifier de stromatolithes. A la section type de la Formation de Rasthof, une tendance est observée, au dessus du membre 1, avec le développement de géométries individuelles (dômes et colonnes, taille < 50 cm), de ramifications non déformées. Cette morphodiversité forme le membre 2 (~50 m) et aide à mieux comprendre, localement, quels facteurs ont influencé la sédimentation.

Il est souvent admis que l'énergie dans l'environnement de dépôt conduit au développement de croissances verticales dans les stromatolithes. Ceci est vérifié pour les faciès observés dans le membre 2, ce qui conforte en partie les modèles expliquant les géométries stromatolithiques comme le résultat de facteurs environnementaux. L'approche biostratigraphique des stromatolithes est en revanche plus problématique puisque les géométries semblent suivre une tendance logique face à l'augmentation d'énergie dans le milieu de dépôt.

Au delà des descriptions de terrain, les études pétrographiques permettent d'observer des changements dans l'organisation des tapis microbiens entre les membres 1 et 2. Les dômes et colonnes paraissent laminés à l'échelle macroscopique mais révèlent une texture plus « micro-clotted » à l'échelle microscopique. Cette organisation microscopique forme un réseau vertical et latéral continu qui a probablement limité les déformations avant lithification. Dans le membre 1 en revanche, aucune continuité verticale n'est présente, favorisant ainsi les déformations. Pour finir, l'étude des lames minces en PPL et CL met en évidence d'intrigantes structures dans les tapis microbiens du membre 2. Ces structures sont potentiellement dues à l'activité microbienne (voire à la présence de microbes préservés) et indiquent que des changements biologiques ont eu lieu entre le dépôt des membres 1 et 2.

Bibliographie:

Dalton, L.A., Bosak, T., Macdonald, F.A., Lahr, D.J.G., Pruss, S.B., 2013. Preservational and morphological variability of assemblages of agglutinated eukaryotes in Cryogenian cap carbonates of northern Namibia. Palaios 28, 67–79.

Le Ber, E., Le Heron, D.P., Winterleitner, G., Bosence, D.W.J., Vining, B.A., Kamona, F. 2013. Microbialite recovery in the aftermath of the Sturtian glaciation: Insights from the Rasthof Formation, Namibia. Sedimentary Geology 294, 1–12.

# INTERACTIONS VEGETATION-SEDIMENTATION SUR UNE FLECHE LITTORALE DE GALETS – LE HOURDEL (BAIE DE SOMME). PIEGEAGE DE SABLE PAR LE CRAMBE MARITIMA (CHOU MARIN).

Sophie LE BOT[1,3@], Bérengère DEJEANS[1], Estelle FOREY[2,3], Estelle LANGLOIS[2,3], Antoine MEIRLAND[4], Stéphane COSTA[5], Robert LAFITE[1,3]

(1) CNRS, UMR 6143 M2C, 76821 Mont-Saint-Aignan Cedex, France.
(2) ECODIV, EA 1293, University of Rouen, 76 821 – Mont Saint Aignan Cedex.
(3) Université de Rouen, SFR SCALE, 76821 Mont-Saint-Aignan Cedex, France.
(4) GEMEL Picardie, 115 Quai Jeanne d'Arc, 80 230 – Saint Valéry-sur-Somme, France.
(5) CNRS, UMR 6554 LETG-GEOPHEN, Université de Caen, 14000 Caen, France.
(@) sophie.lebot@univ-rouen.fr

Les paysages et habitats côtiers sont des milieux sensibles et constituent un réservoir de biodiversité important. Les cordons de galets, exemples rares de flèches littorales (généralement sableuses), constituent des écosystèmes singuliers (Fuller & Randall, 1988 ; Stephan et al., 2012), où la végétation fait généralement l'objet de mesures conservatoires. En Baie de Somme, le chou marin (*Crambe maritima*) est une espèce végétale pionnière typique et protégée sur la flèche de galets du Hourdel. Cette dernière, longue de 17 km, constitue une barrière naturelle de protection de zones poldérisées (Les Bas-Champs) d'altitude maximale de +8 à +10 mètres NGF. Plusieurs études antérieures ont permis de caractériser et quantifier la dynamique séculaire à décennale de cette flèche littorale (Briquet, 1930 ; Dallery, 1955 ; Costa, 1997 ; Dolique, 1998 ; Costa et al., 2000 ; Bastide, 2011). Cependant, sa dynamique morpho-sédimentaire haute fréquence est encore mal connue, ainsi que les interactions Crambe-sédimentation.

La flèche est atteinte par les marées de vives-eaux qui modifient essentiellement son revers faisant face à la mer. Le Crambe apparaît sur des différents cordons accolés à la flèche principale, et présente un développement optimal sur ceux de 25 à 30 ans d'âge. Le Crambe est observé au-dessus du niveau des plus hautes mers astronomiques où le transport sédimentaire s'effectue uniquement sous l'effet du vent. Les sédiments transportés par un vent de 7 $m.s^{-1}$ correspondent à des sables de 250 µm, bien triés, et les flux sableux sont compris entre $2.10^{-3}$ et 4 $kg.m^{-2}.h^{-1}$. Ces derniers sont plus élevés sur les zones situées face au vent, à savoir sur les revers externes et au sommet des différents cordons, et notamment sur le cordon qui fait face à la mer, plus proche de l'estran, source de sable.

A l'échelle de la période de développement végétatif du Crambe (quelques mois au cours du printemps et de l'été), on note que les individus de cette espèce facilitent le piégeage de sable, contribuant ainsi à son maintien sur les cordons et à leur incorporation progressive en son sein. A terme, ils participent à l'ensablement du cordon et créent des conditions microclimatiques tamponnées (température, humidité de l'air et du sol) potentiellement favorables à l'apparition d'autres espèces.

Par son rôle d'espèce « ingénieur », le Crambe pourrait constituer un bon indicateur de consolidation du cordon et donc limiter le risque de submersion. Plus globalement, les résultats acquis constituent un socle de connaissances pour toute étude s'intéressant au fonctionnement à pas de temps courts de la cellule sédimentaire (petits fonds subtidaux, estran sableux, cordon, dune de haut de plage).

# ENREGISTREMENT ISOTOPIQUE (C, O) DES COQUILLES DE BIVALVES D'EAU DOUCE : PARAMÈTRES ENVIRONNEMENTAUX.

Laurence LE CALLONNEC[1,@], Franck LARTAUD[2], Marc de RAFÉLIS[1], Maurice RENARD[1]

(1) Université Pierre et Marie Curie–Paris 6, Institut des Sciences de la Terre de Paris, Laboratoire Biominéralisations et Environnements Sédimentaires, case 116, 4 place jussieu 75252 Paris Cedex 05, France;
(2) Université Pierre et Marie Curie–Paris 6, Laboratoire d'Ecogéochimie des Environnements Benthiques, UMR UPMC-CNRS 8222, Observatoire océanologique de Banyuls, 66650 Banyuls-sur-Mer, France; franck.lartaud@obs-banyuls.fr
(@) laurence.le_callonnec@upmc.fr

Cette étude propose de montrer l'apport de l'enregistrement isotopique des mollusques d'eau douce (*Anodonta cygnea*) comme archive haute résolution des fluctuations des conditions du milieu de vie. Le mode de croissance accrétionnaire de leur coquille permet d'accéder à un enregistrement en continu durant leur vivant, sur une période de quelques années voire une cinquantaine d'années.

Une trentaine d'individus a été prélevée dans un même étang de Bourgogne. Après une phase d'adaptation en laboratoire, une partie a été élevée in-situ, pendant 6 mois à 2 ans, au niveau de trois sites : (i) en amont de Paris à Marnay-sur-Seine avant la traversée de zones fortement anthropisées; (ii) en aval de Paris, à Bougival et (iii) après la station d'épuration d'Achères, à Triel sur Seine. Le reste des individus est élevé uniquement en aquarium à l'UPMC.

Un micro-échantillonnage des coquilles a été réalisé dans la couche prismatique aragonitique externe, parallèlement aux stries de croissance, en vue de réaliser des profils de $\delta^{13}C$ et $\delta^{18}O$ depuis le crochet (stade juvénile de l'organisme) jusqu'au bord externe (stade adulte). Les courbes des isotopes stables du carbone et de l'oxygène montrent des enregistrements assez similaires interrompus par des accidents isotopiques importants. Ces accidents coïncident pour la plupart avec des bourrelets de croissance. Bien que l'enregistrement en carbone montre une dérive négative nette liée à l'ontogenèse, les données isotopiques permettent de discriminer les différents milieux de vie des coquilles. Les organismes implantés dans la Seine montrent des rapports en carbone et en oxygène plus négatifs (respectivement -12 à -14‰ et -3.5 à -5.5‰). Pour les individus cultivés en aquarium, les valeurs sont plus élevées ($\delta^{13}C$ compris entre -7 et -10‰ et $\delta^{18}O$ entre +1 et -2‰). La période correspondant à la vie dans l'étang d'origine montre au contraire une importante variabilité due à des événements caractérisés par des rapports isotopiques très négatifs (jusqu'à -16‰ pour le $\delta^{13}C$ et -8‰ pour le $\delta^{18}O$) interrompant un signal relativement stable pour le $\delta^{18}O$ (autour de 0‰) et plus fluctuant pour le $\delta^{13}C$ (entre -1 et -7‰).

Le début de l'expérimentation est marqué à la fois sur la coquille au niveau des stries de croissance par un bourrelet et dans l'enregistrement isotopique par une chute majeure du $\delta^{13}C$ et du $\delta^{18}O$. Le repérage de cet événement permet une estimation du taux de croissance des organismes ainsi qu'une évaluation de leur âge (10 à 14ans). Les fluctuations observées sur les courbes isotopiques ne semblent pas être contrôlées par la saisonnalité mais principalement par des événements stressants pour l'organisme plus ou longs et correspondant à des modifications des conditions de vie, par exemple un assèchement de l'étang naturel ou anthropique.

# APPORT DE LA GÉOCHIMIE DES CARBONATES HÉMIPÉLAGIQUES DE LA SÉRIE PALÉOCÈNE DE ZUMAÏA (GIPUZKOA , ESPAGNE) : DÉFINITION DU SÉLANDIEN.

Laurence LE CALLONNEC[1,@], Marc de RAFÉLIS[1], Maurice RENARD[1], Catherine BELTRAN[1], Fabrice MINOLETTI[1], Roger JAN DU CHÊNE [1]

(1) Université Pierre et Marie Curie–Paris 6, Institut des Sciences de la Terre de Paris, Laboratoire Biominéralisations et Environnements Sédimentaires, case 116, 4 place jussieu 75252 Paris Cedex 05, France;
(@) laurence.le_callonnec@upmc.fr

La série de Zumaïa est l'objet de nombreuses études stratigraphiques du fait de la qualité d'affleurement et du taux de sédimentation important. Elle recoupe deux intervalles stratigraphiques clés : les limites Crétacé/ Paléogène et Paléocène/Eocène. Récemment, cette coupe a été choisie comme GSSP (Global boundary Stratotype Section and Point) pour les limites Danien/Sélandien et Sélandien/Thanétien (Schmitz *et al.,* 2011).

Nous présentons les évolutions à long terme (Crétacé terminal à Eocène inférieur) des teneurs en strontium et manganèse des carbonates (carbonate total) en se focalisant plus particulièrement sur le Sélandien et les GSSP.

L'étude détaillée de la fraction carbonatée, notamment par séparation granulométrique, montre qu'elle est principalement issue de la composante biogène (débris de foraminifères, nannofossiles et Braarudospharea). L'impact de la diagenèse sur l'enregistrement géochimique initial est très faible.

Les teneurs en strontium et en manganèse sont particulièrement élevées, notamment au Crétacé terminal, au Sélandien et au Paléocène terminal (jusqu'à 1500ppm pour Sr et 3000ppm pour Mn). Les limites du Paléocène et la transition Danien/Sélandien sont marquées par une chute des teneurs. Un autre événement géochimique négatif important intra-thanétien (limite NP7/NP8) parait associé à une déstabilisation gravitaire. D'éventuels processus de dilution de la fraction carbonatée ne peuvent expliquer les fluctuations géochimiques observées étant donné qu'il n'y a pas de corrélation avec les variations de la teneur en carbonate de calcium.

Les variations des teneurs en strontium ainsi que du rapport Sr/Ca sont similaires à celles observées dans les domaines téthysien, Atlantique et Pacifique. Elles reflètent principalement celles de l'océan global à cette période. Le développement et la nature des producteurs des plates-formes carbonatées, qui prélèvent le calcium de l'eau de mer, jouent un rôle prépondérant. Ainsi les chutes des teneurs en strontium coïncideraient avec des périodes de déstabilisation et/ou de baisse du développement des plates-formes. Une relation est proposée avec les fluctuations du niveau marin ou d'éventuels changements climatiques tels que des événements de réchauffement global qui s'accompagnent d'une augmentation de la teneur en $CO_2$ atmosphérique.

Le contrôle des fluctuations du niveau marin sur la géochimie du manganèse dans les carbonates semble également être important comme en témoignent les similitudes des courbes enregistrées dans les séries pélagiques à l'échelle globale. Une influence de l'orogénèse pyrénéenne et de l'hydrothermalisme sous-marin particulièrement actif dans l'Atlantique Nord à cette période sont également envisagés.

Schmitz, B., Pujalte, V., Molina, E., Monechi, S., Orue-Etxebarria, X., Speijer, R. P., Alegret, L., Apellaniz, E., Arenillas, I., Aubry, M. P., Baceta, J. I., Berggren, W. A., Bernaola, G., Caballero, F., Clemmensen, A., Dinarès-Turell, J., Dupuis, C., Heilmann-Clausen, C., Orús, A. H., Knox, R., Martín-Rubio, M., Ortiz, S., Payros, A., Petrizzo, M. R., von Salis, K., Sprong, J., Steurbaut, E., Thomsen, E. (2011) : The Global Stratotype Sections and Points for the base of the Selandian (Middle Paleocene) and Thanetien (Upper Paleocene) stages at Zumaia, Spain. Episodes,vol. 34, n°4, 220-243.

# UTILISATION DE LA SISMIQUE TRÈS HAUTE RÉSOLUTION SUR LES ZONES D'ÉNERGIES MARINES RENOUVELABLES

Yann LE FAOU[1,@], Thierry GARLAN[1], Patrick GUYOMARD[1], Isabelle GABELOTAUD[1]

(1) Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM), 13 rue du Chatellier, CS 92803, 29228 BREST CEDEX 2
(@) yann.le.faou@shom.fr

Le SHOM a pour mission de connaître et de décrire l'environnement physique marin dans ses relations avec les fonds marins et les zones littorales, d'en prévoir l'évolution et d'assurer la diffusion des informations correspondantes. L'exercice de cette mission se traduit par trois activités primordiales, concernant l'hydrographie nationale (besoins de la navigation de surface), le soutien aux politiques publiques de la mer et du littoral, le soutien de la défense, caractérisé par l'expertise apportée par le SHOM dans les domaines hydro-océanographiques.

Ces activités sont soutenues par une fonction socle, essentielle, celle de constituer les bases de données de référence caractérisant l'environnement géophysique, maritime et littoral. Le besoin pour les autorités publiques de disposer de ces données de référence a augmenté sensiblement du fait de nombreux événements (tempête Xynthia, plan submersion, développement des énergies marines renouvelables (EMR), préparation et mise en application de la directive-cadre stratégie pour le milieu marin, etc).

Le SHOM poursuit ainsi depuis de nombreuses années la réalisation de cartes des couches sédimentaires et de natures de fond à moyenne échelle des zones prioritaires du plateau continental métropolitain. Les futures zones de développement des EMR nécessitent de connaître parfaitement l'hydrologie et la sédimentologie lors de la mise en place des éoliennes (fondations) et des liaisons électriques. Elle est importante durant l'exploitation pour la maintenance des éoliennes (érosion, transport sédimentaire) et des liaisons électriques (affouillement/enfouissement) et pour le démantèlement et la remise en état de l'environnement.

Les données doivent être acquises à très haute résolution, selon des normes incontestables. Elles doivent être conservées durant toute la durée de l'exploitation afin de servir de référence en cas de problème environnemental et pour la remise en état des lieux après le démantèlement. Aider les décideurs dans leurs choix politiques et technologiques (mode d'ancrage des éoliennes, stabilité des structures) dont les conséquences pourront s'étendre sur plusieurs dizaines d'années a donc nécessité l'acquisition de données multi-capteurs : bathymétrie et imagerie multifaisceau, imagerie sonar latéral, prélèvements sédimentaires et sismique très haute résolution. Pour ces levés le SHOM a déployé différents navires dont le Beautemps-Beaupré équipé d'un sondeur de sédiments Kongsberg Maritime SBP120.

Ce système performant a une résolution verticale théorique inférieure à 20 cm permettant une description fine des structures rencontrées tout en ayant un paramétrage largement adaptable aux conditions du milieu : orientation des faisceaux d'émission par rapport à la pente, contrôle des ouvertures angulaires, etc.

La présence de dunes dans certaines des zones EMR, a montré tout l'intérêt d'avoir un tel outil performant pour réaliser le levé de référence et faire les bons choix technologiques pour les futures installations (cf Figure).

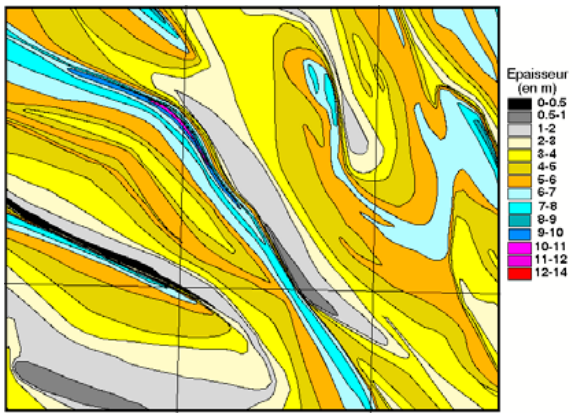



Figure : Extrait de la carte d'épaisseur de sédiments de la zone du Tréport

# STRATÉGIES DE MODÉLISATION DÉTERMINISTE DE LA DYNAMIQUE SÉDIMENTAIRE EN MILIEU COTIER ET ESTUARIEN

Pierre LE HIR[1,@], Romaric VERNEY[1], Florence CAYOCCA[1], Florent GRASSO[1]

(1) Unité de recherche DYNECO, Centre Ifremer de Brest, BP70, 29280 Plouzané
(@) plehir@ifremer.fr

Dans une première partie, sont rappelées les différentes stratégies de modélisation des mouvements sédimentaires selon une approche déterministe basée sur les processus (*process-based modelling*) : s'agissant du transport par charriage de sédiments non cohésifs, caractérisé par des vitesses horizontales très mal connues et inférieures à celles du fluide, une loi empirique de transport à l'équilibre reliant le flux solide aux caractéristiques de l'écoulement (contrainte de cisaillement, courant, vagues...) et à celles du sédiment (granulométrie, hétérométrie) est utilisée. Le bilan sédimentaire s'en déduit par résolution de l'équation d'Exner, qui compense la divergence des flux solides horizontaux par un engraissement ou une érosion du fond. Les développements récents de cette approche concernent l'expression des flux solides en granulométrie étendue, la combinaison des forçages vagues et courant, l'effet des ondulations du fond et leur simulation, la résolution numérique de l'équation d'Exner, l'introduction d'un terme de relaxation pour considérer des flux hors équilibre. La seconde approche concerne le transport en suspension des sédiments fins, cohésifs ou non, qui se déplacent horizontalement à la vitesse du fluide. Une équation d'advection-diffusion est alors résolue pour évaluer la quantité de particules en suspension : des flux verticaux d'échanges avec le sédiment par érosion ou dépôt y sont introduits, le bilan sédimentaire s'en déduisant directement. Deux processus rendent complexe l'application aux sédiments cohésifs : la floculation qui altère fortement la vitesse de chute, et la consolidation des dépôts frais, qui impacte leur érodabilité, *i.e.* le flux d'érosion pour un forçage donné. Les développements récents ont porté en particulier sur le comportement des mélanges de sables et de vase, et sur la simulation des processus d'agrégation/désagrégation.

Dans un système naturel, la continuité entre colonne d'eau plus ou moins chargée en suspensions et sédiment parfois peu consolidé, au point d'être fluide et mobile, peut être respectée par une approche de modélisation continue entre l'eau et le sédiment : ceux-ci constituent un même milieu hétérogène au sein duquel les équations de Navier Stokes (hydrostatiques) sont supposées valides. L'amortissement de turbulence par les stratifications, l'entravement de la vitesse de chute lorsque la concentration est élevée, et l'accroissement de la viscosité du mélange eau/sédiment, voire son comportement non newtonien, deviennent les points originaux de la modélisation qui méritent attention. Des applications aussi diverses que le système bouchon vaseux/crème de vase en estuaire, ou le glissement sous-marin de Nice en 1979 seront montrées.

Que le modèle soit continu ou qu'il distingue eau et sédiment, la formulation peut être monophasique (conservation de la quantité de mouvement pour le milieu et une équation d'advection/diffusion ou une loi de transport pour chaque classe sédimentaire) ou multiphasique (conservation de la masse et de la quantité de mouvement pour chaque phase, particulaire ou fluide). Le domaine d'intérêt de la formulation multiphasique, plus riche mais plus complexe à mettre en oeuvre sera discuté, et des illustrations montrées. L'applicabilité des méthodes numériques *Smooth Particle Hydrodynamics* (SPH) sera mentionnée.

Une dernière partie traite des couplages morphodynamiques et tente un état de l'art des techniques d'accélération des évolutions morphologiques (échelle pluri-décennale), en présentant la difficulté de respecter alors les processus de consolidation. L'approche de modélisation hybride (basée sur l'expertise et sur les processus) sera resituée.

En perspective, l'intérêt de combiner les approches déterministe et probabiliste sera évoqué, en particulier pour prendre en compte les facteurs biologiques dans le processus d'érosion.

# SEDIMENTARY EVOLUTION, FACIES AND GEOMETRY OF THE APULIAN CARBONATE PLATFORM DURING UPPER CRETACEOUS IN SOUTH ALBANIA

Johan LE GOFF[1,2,@], Adrian CEREPI[1], Rudy SWENNEN[2], Corine LOISY[3], Grigor HEBA[4], Kristaq MUSKA[2], Hamdy EL DESOUKY[2,5]

(1) EA 4592 G& E, University of Bordeaux, ENSEGID, 1 allée Fernand Daguin, 33607 Pessac cedex, FRANCE
(2) KU Leuven, Celestijnenlaan 200 E, B 3001 Heverlee, BELGIUM
(3) DIAGNOS, 7005 Taschereau Blvd, Suite 340, Brossard, Quebec J4A 1A7, CANADA
(4) Polytechnic University of Tirana, ALBANIA
(5) Geology Department, Menoufia University, 32512 Shebin El-Kom, Menoufia, EGYPT
(@) johan.le_goff@ensegid.fr

The sedimentary system including the Apulian carbonate platform and the Ionian Basin in south Albania provide an excellent example of sedimentation transfer system from carbonate platform deposition to gravity slope re-sedimentation. It offers a good analogue to understand processes controlling the basin infill, giving perspectives for hydrocarbon exploration. The Apulian platform crops out on both sides of the Adriatic Sea. Many studies addressed the sedimentary evolution of Apulia during Upper Cretaceous on its western side (the Italian side). However, none have been issued on its easternmost side. In Albania, the Karaburuni peninsula exposes the whole Upper Cretaceous succession up to the Paleocene. Investigations have been carried out in order to describe this section in detail along the Llogara mountain pass. Eleven lithofacies are identified along the 1500 meters of the Upper Cretaceous section. They evidence a wide range of depositional settings. Intertidal to supratidal conditions are highlighted by a broad spectrum of microbial laminae and thin layers with micro-breccia, emphasizing subaerial exposures. Subtidal ramp-like depositional settings are evidenced with both floatstone and in-growth-position rudists-rich intervals. Proximal–slope deposits, documented by large scale slump-like Mass Transport Complex (MTC), are exposed as successive thick (20 to 50 meters) chaotic layers at the top of the succession. A precise on-field sedimentary study is supported by paleontological stratigraphy and Strontium Isotope Stratigraphy. The $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratios of the carbonates were converted to numerical ages using the LOWESS look-up table version 4:08/04. These analytical methods are carried out in order to highlight the transitional relations between these lithofacies as well as the timing of deposition. The lithofacies are arranged in short-track sequences, reflecting high-frequency sea-level fluctuations and allowing paleo-environmental reconstitutions. Early and late diagenetic processes affecting carbonates allowed evidencing the boundaries of peritidal to subtidal cycles by characterizing subaerial exposures, showing a rhythmicity within the carbonate deposits. The carbonate succession, exemplified by variations in terms of facies and thickness, document a transitional evolution. From shallow water conditions during Cenomanian, characterized by peritidal lithofacies settings, the system gradually evolves towards a subtidal shelf setting. The latter is evidenced by (mainly) radiolitid floatstones to boundstones during the Senonian. The top of the section is affected by large-scale slump-like MTC, reflecting major destabilizations. The latter clearly record regional tectonic events, also reported for the same period in other peri-adriatic locations. These destabilizations mark a brutal change in the sedimentation processes, from platform sedimentation to proximal-slope re-sedimentation.

# UPPER CRETACEOUS SLOPE CARBONATE SYSTEM IN SOUTH ALBANIA: FACIES, SEDIMENTARY PROCESSES AND GEOMETRY OF THE DEPOSITS IN THE IONIAN BASIN, EASTERN EDGE OF APULIA

Johan LE GOFF[1, 2,@], Adrian CEREPI[1], Rudy SWENNEN[2], Corine LOISY[1], Michèle CARON[3], Kristaq MUSKA[4], Hamdy EL DESOUKY[2,5]

(1) EA 4592 G& E, University of Bordeaux, ENSEGID, 1 allée Fernand Daguin, 33607 Pessac cedex, FRANCE
(2)KU Leuven, Celestijnenlaan 200 E, B 3001 Heverlee, BELGIUM
(3) Impasse de la Butte, 7, CH-1700 Fribourg, SWITZERLAND
(4) Polytechnic University of Tirana, ALBANIA
(5) Geology Department, Menoufia University, 32512 Shebin El-Kom, Menoufia, EGYPT
(@) johan.le_goff@ensegid.fr

Integrated in the NNW-SSE structural deformation trend of the Ionian fold-and-thrust belt, the Upper Cretaceous carbonate deposits of the Ionian Basin expose an excellent example of a re-sedimentation system. Derived from the Apulian carbonate platform, sediment inflow document a wide range of depositional processes giving its architecture to the Upper Cretaceous succession, exposing a study analogue for hydrocarbon reservoirs. Previously described in terms of facies and geometry, new data provide a better understanding of depositional settings and extensional development of the carbonate gravity deposits. Seven large-scale outcrops have been studied in detail in several front thrust of the ancient basinal system. The geological surveying of the successions is mainly field-based. Investigations include a precise decimeter-scale facies description. Paleontologic data, based on benthic foraminifera determination, and Strontium Isotope Stratigraphy, based on $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratio analysis converted to numerical ages using the LOWESS look-up table version 4:08/04, are employed to determine the timing of carbonate deposition during the Upper Cretaceous. By means of these analytical methods, correlations are achieved to establish relationships from proximal slope to distal slope deposits. From hyperconcentrated mud-supported flows to low-density calciturbiditic flows, a range of processes are specified according to the sedimentological study, leading to the establishment of a carbonate slope depositional model. The sedimentary deposition during the Upper Cretaceous reflects a contrasted evolution. Hemipelagites and low-density calciturbiditic deposits, typically accumulating until the Santonian, are gradually replaced by coarser and thicker calciturbiditic and debris-flow deposits during the Campanian. The carbonate transport-system brutally turns into a large-scale slump system, showing soft-sediment deformation structures during the Maastrichtian. Three main slump layers are identified during the late Upper Cretaceous, with a first deformation level reaching up to 50 meters in thickness in the distal part of the basin. These major levels are fully consistent with tectonic triggers affecting the Apulian Platform during this period. The studied successions allowed to analyze the foredeep evolution of the Ionian Basin during the Upper Cretaceous and thus unraveled the tectono-sedimentary processes controlling the eastern edge of Apulia.

# APPROCHES CROISÉES POUR LA DÉTERMINATION DE LA MATIÈRE ORGANIQUE CONSERVÉE DANS LES FOYERS PRÉHISTORIQUES : MICROMORPHOLOGIE ET CHIMIE ORGANIQUE.

Mathieu LEJAY[1,@], Marie ALEXIS[2], Katell QUENEA[2], Farid SELLAMI[3], François BON[1], Romain MENSAN[1], Pierre BODU[4], Gaëlle DUMARÇAY[4]

(1) TRACES UMR 5608, Université de Toulouse 2, 5 allée Antonio Machado, 31058 Toulouse Cedex 9.
(2) BIOEMCO UMR 7618, Université Pierre et Marie Curie, 4 place Jussieu, 75252 Paris cedex 5.
(3)INRAP, TRACES UMR 5608, Pôle mixte de recherche du Château de Campagne, 24260 Campagne.
(4) ArScAn UMR 7041, Maison de l'Archéologie et de l'Ethnologie René Ginouvès, 21 allée de l'Université, 92023 Nanterre Cedex.
(@) mathieu.lejay@univ-tlse2.fr

En contexte archéologique, la présence de matières organiques d'origine anthropique offre la possibilité de documenter des registres d'activités inaccessibles par les outils plus habituels de l'archéologie (culture matérielle, organisation de l'espace, etc.). Nous présentons ici les travaux en cours sur deux sites préhistoriques de plein air : Régismont-le-Haut (Poilhes, Hérault, ca. 32-28 Ka BP) et Les Bossats (Ormesson, Seine-et-Marne, ca. 27 Ka BP).

Nous adoptons pour ce faire une démarche résolument interdisciplinaire afin de déterminer le plus finement possible la nature de la matière organique conservée avant d'en proposer une interprétation en termes archéologiques. Cette présentation aborde les recherches entreprises sur des foyers archéologiques et expérimentaux, des vidanges de foyers ainsi que des témoins sédimentaires non affectés par l'action des hommes préhistoriques.

Les observations de terrains ont montré dans les structures archéologiques la conservation de matériaux d'origine organique structurés (os brûlés, charbons) mais également un brunissement de la matrice sédimentaire. Les analyses micromorphologiques ainsi que les expérimentations ont permis de déterminer que cette coloration était causée par la présence de matière organique amorphe dans la porosité du sol et elle a été interprétée comme le résultat d'une percolation d'un corps gras à l'état liquide. L'étude en lame mince du contexte microlocal a également montré que cette matière organique amorphe était en position primaire, strictement associée au fonctionnement des foyers, et n'était en aucun cas le résultat d'éventuels processus postdépositionnels.

À la suite de ces observations, un échantillonnage a été effectué en vue d'analyses physico-chimiques. L'objectif est de pouvoir ainsi caractériser cette matière organique sur le plan moléculaire. Dans ce but, différentes méthodes, de résolutions croissantes, ont été ou seront prochainement mises en œuvre. Dans un premier temps, une analyse élémentaire C/N a été effectuée afin d'évaluer la teneur en carbone organique des différents échantillons. Les échantillons les plus prometteurs feront prochainement l'objet d'études plus poussées afin d'identifier leur composition moléculaire. La pyrolyse au point de Curie couplée à la chromatographie en phase gazeuse (CG) et la spectrométrie de masse notamment (SM), et par extraction des lipides et analyse en CG-SM seront utilisées.

Les résultats préliminaires obtenus par ces différentes méthodes nous encouragent à poursuivre dans cette voie. En effet, la continuité entre les différentes échelles d'observation nous paraît être l'élément primordial de cette approche, car elle seule permet d'avoir une quelconque certitude sur la provenance des composés analysés. Par ailleurs, cette méthodologie présente l'avantage d'être suffisamment souple et évolutive pour s'adapter en fonction des résultats obtenus à chaque étape de l'analyse.

# EVOLUTION DE LA MARGE PASSIVE DE L'ATLANTIQUE CENTRAL AU SUD DU MAROC : APPORTS DE LA THERMOCHRONOLOGIE BASSE TEMPERATURE

Rémi LEPRETRE[1,@], Yves MISSENARD[1], Jocelyn BARBARAND[1],
Cécile GAUTHERON[1], Omar SADDIQI[2]

(1) UMR UPS-CNRS IDES, Université Paris Sud, Bât. 504, Université Paris-Sud, 91405, Orsay, France
(2) Laboratoire Géosciences, Université Hassan II, Casablanca, Maroc
(@) remi.lepretre@u-psud.fr

Les marges passives représentent des domaines clés pour comprendre les relations entre l'intérieur des continents et le domaine marin. L'étude du remplissage sédimentaire est ainsi susceptible de révéler les complexes interactions existant entre subsidence, climat et niveau marin (Dauteuil et al., 2013). Elles constituent de plus des objets avec un fort potentiel industriel.

La façade Atlantique de l'Afrique présente ainsi des marges passives qui courent depuis le Maroc jusqu'en Afrique du Sud, témoins de l'ouverture diachrone des différentes portions de l'océan Atlantique au Mésozoïque. Le premier segment à s'ouvrir est l'Atlantique Central, à la fin du Jurassique inférieur. Cette marge est adossée au Craton Ouest Africain, et la géométrie de l'ouverture ainsi que son timing ont été récemment revus (Labails, 2007).

Nous nous intéressons à la quantification, dans le domaine onshore, des mouvements verticaux qui affectent cette marge passive durant son histoire méso-cénozoïque, afin d'apporter de nouvelles informations concernant sa dynamique de remplissage en relation avec la source des sédiments.

Des analyses de thermochronologie basse température sur apatites (traces de fission et (U-Th)/He) ont été menées au laboratoire IDES, afin de reconstituer l'histoire thermique des échantillons du socle du craton proche de la côte, ainsi que sur des formations détritiques d'âge Crétacé inférieur. Nous obtenons ainsi des âges traces de fission variant de 107±8 Ma à 160±11 Ma, et des âges hélium répartis entre 41±1 Ma et 83±2 Ma. Ces résultats suggèrent une histoire méso-cénozoïque polyphasée, éloignée d'un simple schéma de subsidence progressive de la marge ; nous mettons en évidence deux principales étapes de refroidissement des échantillons lors du Jurassique supérieur, puis au cours du Cénozoïque. Ces étapes s'accompagnent de la mise en place de formations détritiques épaisses dans le bassin de Tarfaya-Boujdour, d'âge Crétacé inférieur et Eocène. Nous nous sommes également intéressés à l'origine de ces formations, afin de mieux caractériser les zones à l'érosion.

Dauteuil, O., Deschamps, F., Bourgeois, O., Mocquet, A. & Guillocheau, F., 2013. Post-breakup evolution and palaeotopography of the North Namibian Margin during the Meso-Cenozoic, *Tectonophysics*, **589**, 103-115
Labails, C., 2007. La marge sud-marocaine et les premières phases d'ouverture de l'océan Atlantique Central, Université de Bretagne occidentale, Brest.

# QUANTIFICATION DES FLUX SEDIMENTAIRES DETRITIQUES ET DE LA SUBSIDENCE POST-RIFT DU BASSIN PROVENCAL

Estelle LEROUX[1, 2,@], Marina RABINEAU[1], Daniel ASLANIAN[2], François BACHE[3], Stéphane MOLLIEX[1,2], Cécile ROBIN[4], Laurence DROZ[1], Christian GORINI[5], Didier GRANJEON[6], Maryline MOULIN[2]

(1) CNRS, UMR6538, Domaines Océaniques, IUEM, 29280 Plouzané, France
(2) IFREMER, DRO/GM,BP 70, 29280 Plouzané, France
(3) GNS Science-TE PU AO, Ocean Exploration Section, 1 Fairway Drive, Avalon PO Box 30 368, Lower Hutt 5040, New Zealand
(4) Université Rennes 1, Campus de Beaulieu, 35 042 Rennes Cedex
(5) UPMC, 4 place Jussieu, 75252 Paris cedex 05
(6) IFP-Energies Nouvelles, 4 Avenue du Bois Préau, 92852 Rueil-Malmaison
@) stll.leroux@gmail.com

Bien que le Golfe du Lion et le Bassin Provençal aient été l'objet de recherche intensive à toute échelle de temps et d'espace, les budgets sédimentaires et les mouvements verticaux depuis la formation de la marge demeuraient inconnus ou sources de controverses. Ils sont ici quantifiés à partir de l'interprétation de nombreux profils sismiques, d'après les concepts de stratigraphie sismique et séquentielle [Vail *et al.,* 1977], complétée par des données de forages et de sismique réfraction, et validée par des modélisations stratigraphiques avec Dionisos [Granjeon & Joseph, 1999]. La continuité stratigraphique entre le domaine de plate-forme et le bassin profond établie, la vision complète du remplissage sédimentaire de la marge permet de déceler une augmentation très forte (X2) des apports détritiques autour de 1 Ma en liaison avec les changements climatiques de la révolution Mi-Pléistocène et le changement de fréquence et d'amplitude des cycles eustatiques. L'accélération mondiale (par 3) des flux terrigènes il y a 5 Ma, défendue par de nombreux auteurs et corrélée avec un soulèvement des grandes orogènes (ici alpine), est également observée dans notre bassin, même si la célèbre crise de salinité messinienne (MSC) tend à perturber le signal. Nos modélisations stratigraphiques de la MSC ont par ailleurs permis de démontrer la validité de l'hypothèse de [Bache *et al.,* 2009] quant à l'ampleur des dépôts détritiques issus de l'érosion et du démantèlement de la marge. L'enregistrement sédimentaire fournit en outre de précieux indicateurs des mouvements verticaux de la marge depuis le *rifting*. Les trois domaines de subsidence différentielle mis en évidence se corrèlent en effet aux grands domaines structuraux sous-jacents identifiés grace aux données de sismique grand angle (Aslanian *et al.*, 2012) : (1) le domaine à croûte continentale, (2) celui à croûte continentale amincie et (3) celui à croûte intermédiaire.

-Vail, P., Mitchum, R., Todd, R., Widmier, J., Thompson, S., Sangree, J., Bubb, J., Hatlelid, W., 1977. Seismic stratigraphy and global changes of sea-level, Seismic Stratigraphy- Applications to hydrocarbon exploration, vol. Memoir 26, *Am. Assoc. Petr. Geol*., Tulsa.

- Granjeon, D., Joseph, P., 1999. Concepts and applications of a 3-d multiple lithology, diffusive model in stratigraphic modelling. In: Numerical Experiments in Stratigraphy: Recent Advances in Stratigraphic and Sedimentologic Computer Simulation, *SEPM Spec. Pub*. 62, Tulsa, 197–210.

- Bache, F., Olivet, J.-L., Gorini, C., Rabineau, M., Baztan, J., Aslanian, D. and Suc J.-P., 2009. Messinian erosional and salinity crises:View from the provence basin (Gulf of Lions, western mediterranean). *Earth Planet. Sci. Lett*. 286, 139–157.

- Aslanian, D., Rabineau, M., Moulin, M., Schnurle, P., Klingelhoefer, F., Gailler, A., Bache, F., Leroux, E., Gorini, C., Droxler, A., Eguchi, N., Kuroda, J., Alain, K., Roure, F. & Haq, 2012. Structure and evolution of the Gulf of Lions: the Sardinia seismic experiment and the GOLD (Gulf of Lions Drilling) project, *Leading Edge*.

# MODELISATIONS STRATIGRAPHIQUES DU REMPLISSAGE POST-RIFT DU BASSIN PROVENCAL AVEC DIONISOS : APPROCHES, RESULTATS, LIMITES ET PERSPECTIVES.

Estelle LEROUX[1, 2,@], Marina RABINEAU[1], Daniel ASLANIAN[2], François BACHE[3], Didier GRANJEON[4], Laurence DROZ[1], Christian GORINI[5]

(1) CNRS, UMR6538, Domaines Océaniques, IUEM, 29280 Plouzané, France
(2) IFREMER, DRO/GM,BP 70, 29280 Plouzané, France
(3) GNS Science-TE PU AO, Ocean Exploration Section, 1 Fairway Drive, Avalon PO Box 30 368, Lower Hutt 5040, New Zealand
(4) IFP-Energies Nouvelles, 4 Avenue du Bois Préau, 92852 Rueil-Malmaison
(5) UPMC, 4 place Jussieu, 75252 Paris cedex 05
(@) stll.leroux@gmail.com

Le bassin Provençal a fait l'objet de modélisations stratigraphiques 3D avec Dionisos [Granjeon & Joseph, 1999] à deux échelles de temps : celle du post-rift (20 Ma jusqu'à l'actuel), et celle de la crise de salinité Messinienne (5.96 Ma – 5.32 Ma).

L'objectif était de tester (1) notre modèle d'évolution de la marge du Golfe du Lion (les flux sédimentaires et la subsidence avaient été préalablement quantifiés) [Leroux, 2012] et (2) le scénario de la crise de salinité Messinienne de [Bache *et al.,* 2009], en particulier l'ampleur des dépôts détritiques issus de l'érosion et du démantèlement de la marge, ainsi que la remontée du niveau marin en 2 temps [Bache et al., 2012]. Ces modélisations nous ont permis de valider (1) notre modèle d'évolution de la marge depuis 20 Ma et (2) le scénario de la crise messinienne. Ces modélisations nécessitent toutefois d'être précisées notamment en terme de réajustements isostatiques liés à la crise de salinité.

La modélisation de la totalité du remplissage sédimentaire (incluant le syn-rift) est aujourd'hui envisagée dans la continuité de ce travail. Elle implique de quantifier puis d'intégrer dans Dionisios les flux sédimentaires et mouvements verticaux de la marge homologue Ouest-Sarde, ainsi que la cinématique du rifting oligo-aquitanien.

*Références*

- Granjeon, D., Joseph, P., 1999. Concepts and applications of a 3-d multiple lithology, diffusive model in stratigraphic modelling. In: Numerical Experiments in Stratigraphy: Recent Advances in Stratigraphic and Sedimentologic Computer Simulation, *SEPM Spec. Pub*. 62, Tulsa, 197–210.
- Leroux, E., 2012. Quantification des flux sédimentaires et de la subsidence du bassin Provençal. Thèse de doctorat de l'Université de Bretagne Occidentale, Brest, 455 p.
- Bache, F., Olivet, J.-L., Gorini, C., Rabineau, M., Baztan, J., Aslanian, D. and Suc J.-P., 2009. Messinian erosional and salinity crises:View from the provence basin (Gulf of Lions, western mediterranean). *Earth Planet. Sci. Lett*. 286, 139–157.
- Bache, F., Popescu, S.M., Rabineau, M., Gorini, C., Suc, J.-P., Clauzon G., Olivet, J-L., Rubino, J-L., Melinte-Dobrinescu, M.C., Estrada, F., Londeix, L., Armijo, R., Meyer, B., Jolivet, L., Jouannic, G., Leroux, E., Aslanian, D., Baztan, J., Dos Reis, A.T., Mocochain, L., Dumurdzanov, N., Zagorchev, I., Lesic, V., Tomic, D., Cagatay, M.N., Brun, J-P., Sokoutis, D., Csato, I., Ucarkus, G., Cakir, Z., 2012. A two step process for the reflooding of the Mediterranean after the Messinian Salinity Crisis. Basin Research 23, 1-29.

# VERS L'ÉLABORATION D'UN MODÈLE GÉNÉRAL DE VARIATION LATÉRALE PÉDOLOGIQUE DANS LES DÉPÔTS ALLUVIAUX, OUTIL STRATIGRAPHIQUE POUR LES SÉRIES FLUVIATILES

Alexis LICHT[1,2], Isabelle COJAN[3], Laurent CANER[4],
Jean-Jacques JAEGER[1], Christian FRANCE-LANORD[2]

(1) Institut de Paléoprimatologie, Paléontologie Humaine : Évolution et Paléoenvironnements (IPHEP), UMR CNRS 7262, Université de Poitiers, 86000 Poitiers
(2) Centre de Recherches Pétrologiques et Géochimiques (CRPG), UMR CNRS 7358, 54501 Vandoeuvre les Nancy
(3) École Nationale Supérieure des Mines de Paris (ENSMP), 77300 Fontainebleau
(4) IC2MP-Hydrasa, UMR CNRS 7285, Université de Poitiers, 86000 France
(@) alexis.licht@univ-poitiers.fr

Les sols d'une même plaine alluviale aggradante varient communément selon deux schémas caractéristiques, toposéquence et pédofaciès, qui prédisent l'évolution des caractères pédogéniques en fonction de l'éloignement au chenal principal et fournissent un outil pratique pour les reconstructions stratigraphiques des séries fluviatiles. Néanmoins, la littérature récente est ponctuée d'exemples où ces deux schémas échouent à expliquer les variations pédogéniques latérales au sein d'un même horizon de paléosol. Le développement de caractéristiques hydromorphes significatives (marques physiques d'une forte saturation en eau) dans de tels horizons est fréquemment invoqué comme perturbateur.

Le but de cette étude est de déterminer les facteurs d'influence sur les variations latérales de l'hydromorphie dans les dépôts alluviaux, afin de dresser un schéma global de variation latérale pédologique comblant les lacunes des deux précédents modèles. Les paléosols de la formation de Pondaung, Eocène moyen de Birmanie, sont utilisés comme cas d'étude. L'étude architecturale de la formation montre que les dépôts alluviaux peuvent y être divisés en deux catégories : ceinture d'avulsion proximale et alluvions fines de la plaine distale. L'évolution latérale de l'hydromorphie est caractérisée par une diminution des caractères gleyiques et l'apparition de caractères pseudogleyiques avec le passage des environnements proximaux à distaux ; de plus, les deux environnements de dépôt présentent de très fortes variations hydromorphes locales, contrôlées par la présence de nombreux lits argileux, barrières lithologiques de perméabilité. Ces deux phénomènes montrent l'importance du contrôle lithologique sur la variation de l'hydromorphie et permettent d'élaborer un modèle de variation hydromorphe pour les plaines aggradantes mal-drainés. Dans le modèle de Pondaung, toposéquence et pédofaciès forment les pôles d'un diagramme ternaire sur lequel les séquences latérales pédologiques du registre fossile peuvent être placées, partagées entre influence dominante de la lithologie, de la topographie et du taux de sédimentation dans l'expression pédogénique. Ce schéma global et réconciliateur montre néanmoins la potentielle complexité de l'enregistrement pédogénique et la nécessité d'études pédologiques de précision avant toute interprétation stratigraphique.

Bibliographie :

A. Licht, I. Cojan, L. Caner, Aung Naing Soe, J.J. Jaeger & C. France-Lanord (2013). Role of permeability barriers in alluvial hydromorphic palaeosols: the Eocene Pondaung Formation, Myanmar. *Sedimentology*, In press

# EVOLUTION PLEISTOCENE DU SYSTEME DE CANYONS DU GOLFE DE GUAYAQUIL (EQUATEUR). CONTROLES PALEO-CLIMATIQUE ET TECTONIQUE

Glenda LOAYZA TORO[1,2,3,@], Jean-Noel PROUST[2], François MICHAUD[1], Jean-Yves COLLOT[1]

(1) Géoazur, CNRS-IRD-Universités de Nice et Paris VI, Sophia-Antipolis, Valbonne, France.
(2) Géosciences, CNRS-Université de Rennes1, Rennes cedex, France.
(3) Facultad Ciencias de la Tierra, ESPOL, Guayaquil, Ecuador
(@) glenda.loayza@gmail.com

Les canyons sous-marins sont des incisions profondes de la plateforme et du talus continental des marges actives et passives qui constituent des axes majeurs de transfert de sédiment du continent vers les bassins océaniques profonds. La géométrie des canyons (forme et remplissage sédimentaire) est fortement contrôlée par les variations climatiques (ruissellement, variations du niveau de la mer etc.) mais aussi par la tectonique notamment dans les zones de marges actives. Une meilleure compréhension de ces phénomènes est un atout pour contraindre le budget sédimentaire des marges continentales et au delà, la croissance des reliefs.

Nous proposons d'illustrer ceci à partir de l'analyse de données acquises en 2012 lors de la campagne ATACAMES à bord du NO L'Atalante dans le golfe de Guayaquil en Equateur. Ces données comprennent des profils sismiques haute résolution (50-450Hz, 72 traces) des profils acquis au sondeur de sédiment (3,5kHz) des carottes de sédiment et des données de bathymétrie haute résolution.

Les résultats montrent de fortes différences régionales du taux de subsidence de la bordure de la plateforme de Guayaquil de part et d'autre d'un accident régional EW transverse (faille Posorja). La zone nord, de faible subsidence, drapée de sédiments fins, montre une morphologie régulière. La zone sud, de forte subsidence, affectée de glissements et incisée par plusieurs générations de canyons, montre une morphologie irrégulière. Les profils sismiques perpendiculaires à la bordure de plateforme présentent une série de huit séquences sismiques de l'ordre de 100ka dans les sédiments pléistocènes. Certaines limites de ces séquences d'origine climatique, se corrèlent aux incisions basales des paléo-canyons. Elles montrent que le canyon de Guayaquil, encore actif aujourd'hui fonctionne depuis 800ka alors que les autres canyons ont arrêté de fonctionner voilà 600 et 300ka.

Si le double contrôle climatique et tectonique sur la genèse des canyons et des dépôts associés semble avéré, le détail de leur imbrication est encore à préciser. En effet, si l'activité de la faille de Posorja liée à l'extension du Golfe de Guayaquil au Pléistocène inférieur semble responsable de la subsidence et des transferts de sédiments vers les canyons de la zone sud ; l'injection récente de diapirs en bordure de la plateforme a entrainé la capture et l'arrêt du fonctionnement de plusieurs générations de canyons. Seul le canyon de Guayaquil situé au Nord des diapirs continue à fonctionner aujourd'hui.

# ÉVOLUTION POST TORTONIENNE DU RÉSEAU DE DRAINAGE DANS LE SUD EST DES BÉTIQUES

Nicolas LOGET[1,@], Xavier DIOT[1, 2], Jean VAN DEN DRIESSCHE[3], Julien BABAULT[4], Damien DO COUTO[1], Christian GORINI[1]

(1) UPMC Université Paris 06, UMR 7193 ISTeP, 75005, Paris, France
(2) Institute of Geological Sciences, University of Bern, Baltzerstrasse 1–3, CH-3012 Bern, Switzerland
(3) Géosciences Rennes, Université de Rennes 1, UMR 6118, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes cedex, France
(4) Departament de Geologia, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Spain
(@) nicolas.loget@upmc.fr

L'émersion des cordières bétiques Sierra Nevada et Sierra de Gador, ainsi que les bassins marins néogènes qui y sont associés, résulte de processus tectoniques récents (raccourcissement lié à la convergence Afrique-Europe, topographie dynamique lié au retrait de panneau plongeant). Ces processus n'impliquent cependant pas la même dynamique d'émersion et donc d'organisation ou de réorganisation des réseaux de drainage dans la région depuis le Tortonien. Les deux réseaux de drainage majeurs de la région (Andarax et Adra) drainent aujourd'hui une grande partie du versant sud de la Sierra Nevada et du versant nord, est et ouest de la Sierra de Gador. Ces deux réseaux se jettent en mer d'Alboran au niveau des deltas et bassins de l'Adra et d'Almeria, respectivement à l'ouest et à l'est. Curieusement, le bassin émergé du Poniente (en grande partie pliocène et à caractère deltaïque), situé entre ces deux deltas et qui est alimenté uniquement par le versant sud de la Sierra de Gador présente des épaisseurs d'ordre équivalent aux deux bassins précédents, suggérant un changement des conditions de drainage. Afin de tester une possible réorganisation de drainage, nous avons réalisé (i) un bilan sédimentaire et (ii) une analyse géomorphologique de la région. Le budget sédimentaire calculé montre que le remplissage du bassin du Poniente ne peut s'expliquer simplement par l'érosion calculée depuis le tortonien supérieur au niveau du versant sud de la Sierra de Gador. D'autre part, l'analyse géomorphologique montre que les rivières répondent à un soulèvement récent attesté par la présence de nombreuses ruptures de pente un peu partout dans la chaîne. La présence de windgaps et de paléo-reliefs tend également à monter des variations de pente globale pendant la croissance du réseau de drainage. Nous montrons que le bassin émergé du bassin du Poniente témoigne vraisemblablement d'une réorganisation du réseau de drainage dans cette partie des Bétiques. Cette réorganisation est liée à la surrection néogène, que nous supposons essentiellement post-pliocène, de la Sierra de Gador.

# CHRONO-STRATIGRAPHIE DES DEPÔTS TURBIDITIQUES DU DEEP-SEA FAN DU RHÔNE

Swesslath LOMBO TOMBO[1, 2,@], Bernard DENNIELOU[1],
Serge BERNE[2], Maria-Angela BASSETTI[2]

(1) IFREMER, Unité de Recherche Géosciences Marines, Laboratoire Environnement Sédimentaire BP70, 29280 Plouzané Cedex
(2) CEFREM UMR 5110, Université de Perpignan Via Domitia, 52 Avenue Paul Alduy, 66860 Perpignan Cedex, France.
(@) Swesslath.Lombo.Tombo@ifremer.fr

Les courants de turbidité, de par leur nature, sont fortement liés aux fluctuations environnementales comme le climat et le niveau marin. Les dépôts associés (turbidites) représentent donc une archive sédimentaire à fort potentiel pour l'enregistrement des facteurs environnementaux, y compris à l'échelle millénaire. Ce potentiel est encore largement sous-exploité en raison de la difficulté d'y déterminer une chrono-stratigraphie, essentiellement à cause de la composition terrigène et du remaniement des sédiments turbiditiques.

Sur le système turbiditique du Rhône (Méditerranée Occidentale) nous avons établi sur les turbidites déposées sur les levées du dernier chenal actif une chrono-stratigraphie basée sur les isotopes de l'oxygène et sur des datations radiocarbone. Cet objectif a été atteint en ciblant précisément le sommet des séquences de dépôt (termes Te des turbidites) susceptibles de contenir le matériel carbonaté pélagique (foraminifères) nécessaire.

Les premiers résultats montrent (1) que le facteur de contrôle principal de la fréquence de dépôt des turbidites est le niveau marin qui détermine la position de l'embouchure du fleuve et sa connexion avec le canyon du Petit-Rhône. Ainsi, les turbidites sont abondantes durant le dernier maximum glaciaire et décroissent très fortement à 18.3 ka BP (calendaire) dès le début de la remontée du niveau marin. (2) que, les taux de sédimentation montrent des fluctuations déconnectées des changements de niveau marin. (3) que pendant le dernier maximum glaciaire la fréquence de dépôt des turbidites est inversement proportionnelle aux taux de sédimentation.

Cette première tentative d'introduire le facteur temps à l'échelle millénaire dans les turbidites du Rhône met en évidence la complexité des processus des transferts sédimentaires terre-mer. Elle met également en évidence le réel potentiel des turbidites pour identifier et comprendre ces processus.

# PREMIERS RESULTATS DE LA CAMPAGNE IGUANES : INSTABILITES ET FLUIDES AU LARGE DE LA MARGE TRANSFORMANTE GUYANE SURINAM

Lies LONCKE[1,@] et l'équipe scientifique IGUANES[2]

(1) UMR 5110 CEFREM, UPVD, 52 avenue Paul Alduy, Bat U, 2° et, 66860 Perpignan
(2) W. Roest, T. Marsset, G. Bayon, C. Cathalot, JC Caprais, S. Bermell (Ifremer Brest), F. Pattier (Ifremer Brest et CEFREM), C. Sotin, B. Hebert, (CEFREM), M. Mercier de Lépinay (TOTAL SA et CEFREM), JF. Lebrun, B. Marcaillou, A. Heuret (Université Antilles Guyane), L. Droz, D. Graindorge (UBO Brest), C. Basile (Université Grenoble), A. Maillard (Université Toulouse), E. Poetisi, H. Berrenstein (Université Paramaribo), équipe Genavir.
(@) lies.loncke@univ-perp.fr

La campagne IGUANES s'est déroulée au large de la marge transformante Guyane - Surinam du 29 avril au 21 mai 2013. Elle avait pour objectifs (1) de mieux comprendre les interactions entre glissements sous-marins, circulation de fluides (eau, gaz) et structure profonde de la marge, (2) de qualifier la géométrie, l'activité et la géochimie les pockmarks découverts au large de la Guyane pendant la campagne Guyaplac en 2003, (3) de mieux cerner l'évolution structurale latérale de la marge transformante Guyane-Surinam. La campagne s'est déroulée en trois phases :

- Cartographie haute résolution de la partie Guyanaise du plateau de Demerara (SMF EM122 – Chirp – Sismique Haute résolution 72 traces).
- Prélèvement de 20 carottes dans des zones de pockmarks et zones de référence (pour analyse géochimique, sédimentologique et mesures de flux de chaleur) et dépôt d'un mouillage de courantologie à 3000 m de fond.
- Exploration régionale le long de la marge transformante Guyane-Surinam (SMF EM122 – Chirp – Sismique rapide 24 traces).

Ces nouvelles données ont permis de cartographier en haute résolution les systèmes de pockmarks de la marge Guyanaise et de définir leur implantation en relation avec de très nombreuses masses glissées. Les analyses géochimiques permettront la caractérisation et quantification des fluides sédimentaires associés. Enfin, le système glissé Guyanais se prolonge au large du Surinam (complexe de 300 km x 45 km x 500 m de haut en moyenne) et figure parmi les systèmes déstabilisés les plus imposants au monde et cela en contexte peu sédimenté. Le caractère transformant de la marge semble être un des facteurs responsable de l'instabilité chronique de cette marge. L'association glissements/pockmarks suggère enfin que des surpressions de fluides en profondeur aient pu déclencher ces glissements successifs.

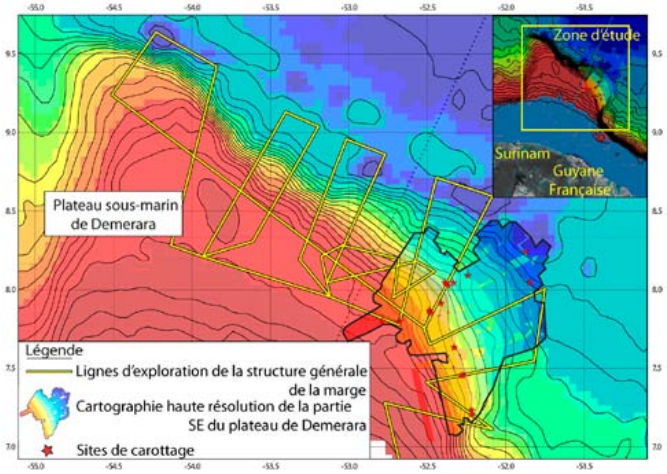



Figure. *Plan de position des données acquises pendant la campagne IGUANES.*

# ARCHITECTURE DES CARBONATES DE SOURCES GÉOTHERMALES : EXEMPLE DU DÉPÔT D'OBRUKTEPE : COEXISTENCE DE TRAVERTINS ET DE TUFAS (BASSIN DE DENIZLI, TURQUIE)

Benjamin LOPEZ[1,3,@], Gilbert CAMOIN[1], Mehmet ÖZKUL[2],
Rudy SWENNEN[3] & Aurélien VIRGONE[4]

(1) Geodynamics and Geofluids Research Group, Department of Earth and Environmental Sciences, Katholieke Universiteit Leuven, Celestijnenlaan 200E, B-3001 Leuven, Belgium
(2) Department of Geological Engineering, Pamukkale University, 20070 Kınıklı Campus, Denizli, Turkey
(3) Aix-Marseille Université, CNRS, CEREGE UM34, 13545 Aix-en-Provence, France
(4) TOTAL, Pau, France
@ lopezbnjmn@gmail.com

Le dépôt sédimentaire étudié à Obruktepe (Bassin de Denizli, Turquie) est un dépôt Quaternaire qui correspond à des carbonates déposés en contexte de source géothermale.

L'architecture tridimensionnelle de ce dépôt a pu fournir des informations sur le développement des carbonates liés aux sources géothermales et sur l'évolution des environnements. En effet, la détermination précise des lithofacies a permis de distinguer cinq environnements spécifiques : (1) le système d'évent, (2) le système de pente douce (« Smooth Slope »), (3) les terrasses de travertin, (4) les barrages de tufa et (5) les systèmes palustres liés à des inondations.

Les processus sédimentaires spécifiques à ces environnements (encroutement, piégeage, décantation, etc…) ont été identifiés par l'intégration des données acquises à différentes échelles : des observations de faciès (microscopies optique, à cathodoluminescence et MEB) jusqu'à l'étude des morphologies et des arrangements des corps sédimentaires (Log verticaux et pointages des faciès sur des photographies des affleurements) ainsi que des données sur les isotopes stable de l'Oxygène et Carbone.

Les valeurs moyennes de $\delta^{13}C$ et $\delta^{18}O$, respectivement 4,9 ‰ et -8.74 ‰ PDB, confirment la circulation des eaux de source en profondeur. Cependant la disposition des environnements renforce le continuum latéral entre les dépôts de travertin et ceux de tufa dans ce système géothermal. Les résultats acquis ont permis de créer un modèle conceptuel de dépôt dans lequel la précipitation des carbonates et la formation des travertins et/ou des tufas qui en résulte sont contrôlées principalement par les variations d'hydrodynamisme. Ce modèle permet de discuter les facteurs qui contrôlent les dépôts de source carbonatés complexes liés aux failles et à la circulation des fluides en profondeur.

# HÉTÉROGÉNÉITÉS SÉDIMENTAIRES ET EXPLOITATION GÉOTHERMIQUE

Simon LOPEZ[1,@], Virginie HAMM[1]

(1) Division Géothermie, Direction des Géoressources, BRGM, 3 av. Claude Guillemin
Orléans, 45000, France
(@) s.lopez@brgm.fr

Lorsque leur profondeur est suffisante, les aquifères profonds du bassin de Paris, constitués de séries fluviatiles d'âge triassique, peuvent atteindre localement plus de 120 °C. Si cette température élevée en fait une cible intéressante pour l'exploitation géothermique (production directe de chaleur et/ou d'électricité à partir d'un cycle binaire), leurs propriétés hydrogéologiques ne permettent pas toujours d'obtenir les débits élevés économiquement nécessaires. Quelques tentatives infructueuses ont été entreprises dans les années 80 : deux reconnaissances en région parisienne et une opération d'un an en région orléanaise. Dans le cadre de la relance de l'exploration et du développement de la géothermie plusieurs nouveaux projets sont à l'étude dans le bassin de Paris où ces aquifères sont également envisagés comme une solution alternative à l'exploitation du Dogger. Mieux comprendre leurs caractéristiques est donc une priorité pour exploiter de manière optimale et économique la chaleur qu'ils contiennent.

L'hétérogénéité des propriétés pétrophysiques au sein des réservoirs pétroliers, en particulier celle d'origine sédimentaire, est depuis longtemps reconnue comme un contrôle de premier ordre sur la performance des opérations de récupération d'hydrocarbures (*e.g.* Pranter *et al.*, 2007). Dans ce contexte, nous avons étudié l'impact des hétérogénéités sédimentaires sur le comportement hydrodynamique et thermique d'un doublet géothermique (1 puits producteur et 1 puits injecteur) exploitant une série sédimentaire d'origine fluviatile.

Une étude théorique préliminaire a permis de déterminer quelques ordres de grandeurs à partir de l'étude d'un front froid s'écoulant dans un corps poreux et perméable autour d'un corps imperméable renfermant un stock de chaleur. Ce premier travail a par exemple précisé la taille des hétérogénéités qui perturbent l'avancée du front thermique ou l'efficacité de la récupération de la chaleur en place (par analogie avec l'efficacité du balayage pour la récupération des hydrocarbures).

Des simulations numériques ont ensuite été conduites sur un bloc synthétique 3D obtenu à l'aide du logiciel *Flumy* développé par MINES ParisTech. Ce logiciel utilise un modèle de dépôt aléatoire génétique pour construire des architectures sédimentaires représentant des dépôts fluviatiles suivant une chronologie géologiquement cohérente. Le bloc obtenu a alors été supposé représenter de manière suffisamment réaliste la distribution des faciès sédimentaires. Ces derniers ont été associés à des valeurs de propriétés pétrophysiques correspondant au réservoir pétrolier exploité dans la formation de Chaunoy (Eschard *et al.*, 1997). Plusieurs configurations d'exploitation ont été étudiées : orientation de l'axe du doublet par rapports aux corps perméables, puits horizontaux ou verticaux… Leur impact sur l'exploitation géothermique a pu ainsi être quantifié. Pour chaque simulation, l'ajout d'un traceur passif avec les fluides froids ré-injectés a permis de comparer la géométrie des corps perméables envahis (problématique « pétrolière ») et celle de la bulle froide se développant autour du puits injecteur (impact thermique).

Eschard R., Lemouzy P., Bacchiana C. *et al.* (1998),"*Combining sequence stratigraphy, geostatistical simulations, and production data for modeling a fluvial reservoir in the Chaunoy field (Triassic, France)*". AAPG Bulletin, 82(4) p. 545- 568.

Pranter M. J., Ellison A. I., Cole R. D. *et al.* (2007)*"Analysis and modeling of intermediate scale reservoir heterogeneity based on a fluvial point-bar outcrop analog, Williams Fork Formation, Piceance Basin, Colorado."*AAPG Bulletin, 91(7) p. 1025-1051.

# FORELAND BASIN DEVELOPMENT DURING CRETACEOUS TO PALEOCENE TIMES INFERRED FROM ND-SR ISOTOPIC EVIDENCES (MADRE DE DIOS FORELAND BASIN, PERU)

Mélanie LOUTERBACH[1,2,@], Martin RODDAZ[1], Caroline SANCHEZ[1], Pierre-Olivier ANTOINE[3], Laurent MARIVAUX[3], Guillaume BILLET[4], Jochem VINK[5], Julien BAILLEUL[2], Patrice BABY[1] and Ysabel CALDERON[1-6]

(1) Géosciences-Environnement Toulouse, Université de Toulouse; UPS (SVT-OMP); LMTG; CNRS; IRD; 14 Avenue Édouard Belin, F-31400 Toulouse, France
(2) Institut Polytechnique Lasalle Beauvais, Département Géosciences, 19 rue Pierre Waguet, BP 30313, F-60026 Beauvais Cedex, France
(3) Laboratoire de Paléontologie, Institut des Sciences de l'Évolution (ISE-M, UMR - CNRS 5554), c.c. 64, Université Montpellier 2, Place Eugène Bataillon, F-34095 Montpellier Cedex 05, France
(4) Steinmann Institut für Geologie, Mineralogie und Paläontologie, Universität Bonn, D-53115 Bonn, Germany
(5) Palaecology and Landscape Ecology, Institute for Biodiversity and Ecosystem Dynamics (IBED), University of Amsterdam, Science Park 904, 1098 XH Amsterdam, Netherlands
(6) PERUPETRO S.A., Luis Aldana 320 - San Borja, Lima, Peru
(@) Melanie.louterbach@hotmail.fr

One of the major problems still unresolved in Andean geology is the onset and timing of regional Andean shortening. Some authors maintain that the shift occurred during Late Cretaceous or early Paleocene time (Horton et al., 2001) whereas others proposed an onset of shortening during Eocene Time or later (Jordan et al., 2001).

In this study we bring new biostratigraphical constraints, we document the Maastrichtian to Palaeocene transition described in the Pongo de Coñeq section (Madre de Dios foreland basin) and we analyze these deposits for major and trace elements as well as for Nd-Sr isotopic composition. A 270-meters long section has been described and changes in depositional environments from marine/tidal (Early Maastrichtian) to continental (Late Maastrichtian) and back to marine (Palaeocene) have been documented. Early Maastrichtian deposits are separated from Late Maastrichtian deposits by an erosional surface. Just above this surface Late Maastrichtian deposits are characterized by well-developed paleosoils. This change is accompanied by a strong shift in Nd-Sr isotopic values showing an evolution from a cratonic source during the Lower Maastrichtian to a more Andean source during the Upper Maastrichitian and the Palaeocene.

The Late Maastrichtian to Palaeocene section is a condensed section (100-meters thick) that spans c.a. 10 Ma. This condensation above the Late Maastrichtian erosion surface is consistent with the presence of a forebulge. The development of a forebulge at that time, associated with the shift of provenance, suggests that the onset of Andean foreland basin is therefore no younger than Late Maastrichtian.

Horton, B.K., and DeCelles, P.G., 2001, Modern and ancient fluvial megafans in the foreland basin system of the central Andes, southern Bolivia: Implications for drainage network evolution in fold-thrust belts: Basin Research, v. 13, p. 43–63.

Jordan, T.E., Burns, W.M., Veiga, R., Pa´ngaro, F., Copeland, P., Kelley, S., and Mpodozis, C., 2001, Extension and basin formation in the southern Andes caused by increased convergence rate: A mid-Cenozoic trigger for the Andes: Tectonics, v. 20, p. 308–324.

# PALEOENVIRONMENTAL RECONSTRUCTION OF A LATE PALAEOCENE MARINE INCURSION IN SOUTHERN AMAZONIA (MADRE DE DIOS, PERU)

Mélanie LOUTERBACH[1,2,@], Martin RODDAZ[1], Julien BAILLEUL[2], Pierre-Oivier. ANTOINE[3], Laurent. MARIVAUX[3], Jung-Hyun KIM[4], Els van SOELEN[4], Francisco. PARRA[1], Jean GÉRARD[5], Ysabel CALDERON[6] and Patrice BABY[1]

(1) Géosciences-Environnement Toulouse, Université de Toulouse; UPS (SVT-OMP); LMTG; CNRS; IRD; 14 Avenue Édouard Belin, F-31400 Toulouse, France
(2) Bassins-Réservoirs-Ressources, Institut Polytechnique Lasalle Beauvais, Département Géosciences, 19 rue Pierre Waguet, BP 30313, F-60026 Beauvais Cedex, France
(3) Institut des Sciences de l'Évolution (ISE-M, UMR - CNRS 5554), c.c. 64, Université Montpellier 2, Place Eugène Bataillon, F-34095 Montpellier Cedex 05, France
(4) Royal Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ), Department of Marine Organic Biogeochemistry, Den Burg (Texel), The Netherlands
(5) REPSOL Exploracion S.A., Calle Mendez Alavaro 44, 28045 Madrid, Spain
(6) PERUPETRO S.A., Luis Aldana 320 - San Borja, Lima, Peru
(@) Melanie.louterbach@hotmail.fr

Recent studies highlighted the complex links between Andean building, climate variability and biodiversity development throughout Cenozoic times (Hoorn et al., 2010). In South America, impacts of marine incursions on precipitation rates, $\delta^{18}O$ meteoric water and thus erosion rates of the adjacent Andean belt have also been documented (Jefferey et al., 2012). Consequently, determining the number of occurrences of Cenozoic marine incursions recorded in Amazonian sedimentary foreland basins is fundamental for reconstructing paleo-Amazonian landscapes as well as for understanding the Cenozoic climate evolution of South America.

In this study, we bring new sedimentological, biostratigraphical, and geochemical data to highlight a Late Palaeocene marine ingression in southern Peru, Madre de Dios basin. We document the presence of a tide-dominated estuary. Sedimentological interpretation is supported by biostratigraphical results indicating an estuarine or shallow marine environment. Bulk organic geochemical analyses are also in good agreement with a marine influence during Late Palaeocene times. Nd-Sr isotopic composition of tidal flat and floodplain sediments indicate an Andean provenance.

The studied formation is Late Palaeocene in age and is therefore not contemporaneous with the Eocene Pozo marine incursion detected further north in the Huallaga Basin. At the time being, no more contemporaneous marine evidences have been documented elsewhere in Amazonia. However, an attempt to delineate marine pathways can be proposed to explain a Paleocene fluvio-tidal environment in Madre de Dios basin: a marine incursion coming from the Caribbean Sea, or from the Ecuadorian Guyaquil golf.

References

Hoorn, K., F. P. Wesselingh, H. ter Steege, M. A. Bermudez, A. Mora, J. Sevink, I. Sanmartín, A. Sanchez-Meseguer, C. L. Anderson, J. P. Figueiredo, C. Jaramillo, D. Riff, F. R. Negri, H. Hooghiemstra, J. Lundberg, T. Stadler, T. Sarkinen, and A. Antonelli (2010) Change, Landscape Evolution, and Biodiversity Amazonia Through Time: Andean Uplift, Climate. Science 330, 927 (2010).

Jefferey M. Louise, Christopher J. Poulsen, and Todd A. Ehlers (2012) Impacts of Cenozoic global cooling, surface uplift, and an inland seaway on South American paleoclimate and precipitation δ18 O. GSA Bulletin; March/April 2012; v. 124; no. 3/4; p. 335–351; doi:10.1130/B30480.1

# NORTH-SOUTH PALAEOHYDROLOGICAL CONTRASTS IN THE CENTRAL MEDITERRANEAN DURING THE HOLOCENE: TENTATIVE SYNTHESIS AND WORKING HYPOTHESES

Michel MAGNY[1,@], Nathalie COMBOURIEU-NEBOUT[2], and LAMA Members

(1) UMR 6249, UFR Sciences, 16 route de Gray, 25030 Besançon
(2) UMR 8212, Orme des Merisiers, 91198 Gif sur Yvette
(@) michel.magny@univ-fcomte.fr

On the basis of a multi-proxy approach and a strategy combining lacustrine and marine records along a north-south transect, data collected in the Central Mediterranean within the framework of a collaborative project have led to reconstruction of high-resolution and well-dated palaeohydrological records and to assessment of their spatial and temporal coherency. Contrasting patterns of palaeohydrological changes have been evidenced in the Central Mediterranean: south (north) of around 40°N of latitude, the middle part of the Holocene was characterised by lake-level maxima (minima), during an interval dated to ca 10300-4500 cal BP to the south and 9000-4500 cal BP to the north. Available data suggest that these contrasting palaeohydrological patterns operated throughout the Holocene, both on millennial and centennial scales. Regarding precipitation seasonality, maximum humidity in the Central Mediterranean during the middle part of the Holocene was characterised by humid winters and dry summers north of ca 40°N, and humid winters and summers south of ca 40°N. This may explain an apparent conflict between palaeoclimatic records depending on the proxies used for reconstruction as well as the synchronous expansion of tree species taxa with contrasting climatic requirements. In addition, south of ca 40°N, the first millennium of the Holocene was characterised by very dry climatic conditions not only in the Eastern, but also in the Central and the Western Mediterranean zones as reflected by low lake levels and delayed reforestation. These results suggest that, in addition to the influence of the Nile discharge reinforced by the African monsoon, the deposition of Sapropel 1 has been favoured (1) by an increase in winter precipitation in the northern Mediterranean borderlands, and (2) by an increase in winter and summer precipitation in the southern Mediterranean area. The climate reversal following the Holocene climate optimum appears to have been punctuated by two major climate changes around 7500 and 4500 cal BP.

In the Central Mediterranean, the Holocene palaeohydrological changes developed in response to a combination of orbital, ice-sheet and solar forcing factors. The maximum humidity interval in the south-central Mediterranean started at ca 10300 cal BP, in correlation with the decline (1) of the possible blocking effects of the North Atlantic anticyclone linked to maximum insolation, and/or (2) of the influence of the remnant ice sheets and fresh water forcing in the North Atlantic Ocean. In the north-central Mediterranean, the lake-level minimum interval began only around 9000 cal BP when the Fennoscandian ice-sheet disappeared and a prevailing positive NAO-type circulation developed in the North Atlantic area. The major palaeohydrological oscillation around 4500-4000 cal BP may be a non-linear response to the gradual decrease, with additional key seasonal and interhemispherical changes, in insolation. On a centennial scale, the successive climatic events which punctuated the entire Holocene in the central Mediterranean coincided with cooling events associated with deglacial outbursts in the North Atlantic area and decreases in solar activity during the interval 11700-7000 cal BP, and to a possible combination of NAO-type circulation and solar forcing since ca 7000 cal BP onwards. Thus, regarding the centennial-scale climatic oscillations, the Mediterranean Basin appears to have been strongly linked to the North Atlantic area and affected by solar activity over the entire Holocene.

# BIOSTRATIGRAPHIE ET EVOLUTION SEDIMENTAIRE DU DEVONIEN SUPERIEUR DE LA PLATE-FORME OCCIDENTALE SAHARIENNE
# LA COUPE DE MARHOUMA SUD, SO-ALGERIEN

Abdessamed MAHBOUBI[1,@], Jean-Jacques CORNÉE[2], Catherine GIRARD[1]

(1) Institut des Sciences de l'Evolution, UMR 5554, Université Montpellier 2, France
(2) Géoscience Montpellier, UMR 5243, Université Montpellier 2, France.
(@) Abdessamed.mahboubi@univ-montp2.fr

Les formations marines du Dévonien supérieur de la marge nord du Gondwana sont bien représentées dans le Sahara occidental (région de Marhouma). Peu étudiées, elles ont fait récemment l'objet d'investigations conjointes micropaléontologique (conodontes) et sédimentologique dans le secteur de Marhouma (basin de l'Ougarta).

La coupe Marhouma Sud, de 80 mètres d'épaisseur, comprend essentiellement des shales, des shales à nodules carbonatés et des calcaires noduleux. La macrofaune est constituée de tentaculatites et de mollusques pélagiques, de rares bancs contenant des goniatites, des orthocères et des trilobites.

L'étude des assemblages de conodontes a permis de définir certaines des zones du Frasnien définies dans la Montagne Noire (France) par Klapper (1989), mais également la base du Famennien. Six zones ont été caractérisées pour le Frasnian (MN zone 5, MN zone 6, MN zone 8, MN zone 11, MN zone 12, MN zone 13) et deux sous-zones à la base du Famennien (sous-zone à *triangularis* inférieure et sous-zone à *triangularis* moyenne).

Les données de terrain et l'étude de 40 échantillons en lames minces sur les carbonates révèlent 5 principaux faciès : (F1) Mudstone à rares fossiles, (F2) Mudstone/Wackstone à ostracodes et tentaculites, (F3) Wackstone à foraminifères, (F4) Wackstone à tentaculites et (F5) Grainstone à péloïdes. Plusieurs événements anoxiques sont particulièrement bien exprimés et matérialisés par des shales noirs, dont ceux du Kellwasser datés du Frasnien supérieur. L'organisation verticale des faciès fait apparaitre 15 séquences de moyen terme montrant au cours du Frasnien une tendance au désapprofondissement depuis un milieu de bassin vers une rampe externe dans les trente premiers mètres, puis une tendance à l'approfondissement vers un milieu de bassin dans les 50 derniers mètres.

Bibliographie

Klapper, G. 1989. The Montagne Noire Frasnian (Upper Devonian) conodont succession. *In*: N.J. McMillan, A.F. Embry, and A.F. Glass (eds.), Devonian of the World. Canadian Society of Petroleum Geologists Memoir 14.

# MODELISATION STRATIGRAPHIQUE DU BASSIN DE SANTOS (BRESIL)

Renata MAIA[1,2,3,@], Christian GORINI[1,2], Antonio Tadeu REIS[4], Marina RABINEAU[5,6], Didier GRANJEON[7], Cleverson SILVA[3]

(1) Institut des Sciences de la Terre Paris (ISTEP), Université Pierre et Marie Curie – Paris VI
(2) CNRS UMR 7193
(3) Laboratório de Geologia Marinha (LAGEMAR), Universidade Federal Fluminense, Brésil
(4) Departamento de Oceanografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brésil
(5) Université de Bretagne Occidentale, Brest
(6) UMR 6538, IUEM Domaines Océaniques
(7) IFP Energies Nouvelles
(@) renata.ocn@gmail.com

Les modèles de l'évolution tectono-stratigraphique de la portion nord-est du bassin de Santos pendant le Quaternaire sont basés sur l'interprétation de 3000 Km de profils de sismique haute résolution et de données chrono-stratigraphiques des puits. Cinq séquences de dépôt sont identifiées, Sq1 à Sq5 limitées par des troncatures d'érosions qui peuvent être suivies sur l'ensemble du bassin. Ces données disponibles ne permettent pas d'avoir une contrainte temps suffisante pour dater les principales séquences de dépôt identifiées. La compréhension des processus ayant conduit aux grandes différences d'architecture sédimentaire des séquences de la zone d'étude est essentielle pour reconstruire l'évolution des flux silicoclastiques, et du niveau marin relatif quaternaires sur cette marge très subsidence. Nos simulations montrent que le paramètre principal expliquant les variations de géométries au cours du quaternaire est la variation du niveau eustatique, le bassin de Santos étant peu affecté par la tectonique à cette époque. Les surfaces d'érosion sont diachrones et correspondent à des surfaces d'accélération de chute glacio-eustatiques et d'abrasion marine lors des remontées rapides du niveau de base. La modélisation permet de confirmer que les séquences observées correspondent à des cycles de variation eustatique du niveau de base de 100-120 000 ans, avec des amplitudes de 100 à 145m. Un modèle à l'échelle de tout le bassin, depuis l'Eocène, permet de mieux comprendre certaines variations plus locales.

# PREMIERS RÉSULTATS DE LA CAMPAGNE IGUANES : LA MARGE TRANSFORMANTE DU NORD DU PLATEAU DE DEMERARA (GUYANE-SURINAM)

Agnès MAILLARD[1,@], Christophe BASILE[2], Lies LONCKE[3], Marion MERCIER DE LÉPINAY[3], David GRAINDORGE[4], Arnauld HEURET[5], et l'équipe scientifique IGUANES[6]

(1) GET - UMR 5563, Université de Toulouse 3, 31400 Toulouse.
(2) ISTerre, UMR-CNRS 5275, Université Joseph Fourier, Maison des Géosciences, 38400 St. Martin d'Hères.
(3) UMR 5110 CEFREM, Université de Perpignan, 66860 Perpignan.
(4) UMR 6538 Domaines Océaniques, IUEM / UBO /UEB, 29280 Plouzané.
(5) Université Antilles Guyane.
(6) W.R. Roest, T. Marsset, G. Bayon, C. Cathalot, J.C. Caprais, S. Bermell (IFREMER Brest), F. Pattier, C. Sotin, B. Hebert, (CEFREM), JF. Lebrun, B. Marcaillou), L. Droz (UBO Brest), E. Poetisi, H. Berrenstein (Université Paramaribo), équipe Genavir.
(@) agnes.maillard@get.obs-mip.fr

L'un des objectifs de la campagne IGUANES (Avril-Mai 2013) était d'étudier la bordure Nord du Plateau de Demerara, au large de la Guyane et du Surinam. Cette zone correspond à une marge transformante héritée du rifting et de l'ouverture océanique de l'Atlantique Equatorial au Crétacé inférieur. Huit sections sismiques régionales ont été réalisées sur cette marge (sismique rapide 24 traces et bathymétrie multifaisceau), qui complètent deux coupes sismiques de la campagne GUYAPLAC (2003). Ces données permettent d'identifier trois domaines :

Au sud, le plateau de Demerara est sub-horizontal à environ 1400 m de profondeur et s'approfondit vers le nord. La structure profonde du plateau est marquée par une discordance angulaire particulièrement spectaculaire, correspondant à une surface d'érosion sub-aérienne d'âge Albien supérieur. Cette discordance supposée initialement sub-horizontale montre actuellement une forme convexe avec une pente augmentant vers le Nord, dont la courbure s'accompagne de glissements gravitaires dans la couverture sédimentaire plus récente.

Au nord, la plaine abyssale correspond pour l'essentiel à une croûte océanique recouverte par une série sédimentaire épaisse, nourrie par les apports des cônes profonds de l'Orénoque, de l'Amazone, et par des glissements gravitaires provenant de la bordure du plateau de Demerara.

Entre ces deux domaines, la zone de transition continent-océan s'observe depuis une profondeur d'environ 3000 mètres jusqu'à la plaine abyssale, sur 30 à 40 kilomètres de large. D'ouest en est, on peut y distinguer trois domaines : à la pointe NW du plateau de Demerara, la zone de transition correspond à la pente continentale, relativement linéaire, étroite, érosive et raide. Elle semble caractéristique d'une marge continentale transformante. Plus à l'est, la zone de transition s'élargit, son orientation et sa structure profonde changent. La pente continentale sépare alors la croûte continentale du plateau, en position haute, d'une croûte en position basse à la même profondeur que la croûte océanique, sous la plaine abyssale. Cette croûte profonde, découpée en blocs et montrant des séries basculées, est interprétée comme continentale malgré une grande profondeur et probablement aussi un fort amincissement. La pente continentale est ici constituée d'une succession de glissements gravitaires qui déstabilisent et remobilisent la couverture sédimentaire du plateau. Enfin, à la bordure NE du Plateau, on retrouve une transition continent-océan caractéristique d'une marge transformante, avec une pente continentale linéaire, raide et érosive, bordée par une ride marginale vers le continent.

La bordure Nord du plateau de Demerara peut donc s'interpréter comme une zone de relais en transtension entre deux segments de marge transformante.

# IMPACT DE LA SÉDIMENTOLOGIE ET DE LA DIAGENÈSE SUR LA QUALITÉ D'UN RÉSERVOIR OOLITHIQUE DE TYPE « TIGHT » : CAS DE LA FORMATION DE L'OOLITHE BLANCHE (BATHONIEN, BASSIN DE PARIS)

Yasin MAKHLOUFI[1,@], Pierre-Yves COLLIN[2], Françoise BERGERAT[1], Christian DAVID[3], Fabrice MONNA[4], Philippe ROBION[3], Jean-Pierre SIZUN[5], Christophe RIGOLLET[6].

(1) ISTeP, UMR CNRS 7193, Université Pierre et Marie Curie – Paris 6, 4 place Jussieu, 75252 Paris cedex 05.
(2) Biogéosciences, UMR CNRS 6282, Université de Bourgogne, 6 Bd Gabriel, 21000 Dijon.
(3) Laboratoire Géoscience et Environnement, Université de Cergy-Pontoise, 5 mail Gay-Lussac, F-95031 Cergy-Pontoise cedex.
(4) Culture ARTéHIS, UMR CNRS 6298, Université de Bourgogne, 6 Bd Gabriel, 21000 Dijon.
(5) Université de Franche-Comté, UMR CNRS 6249 Chrono-environnement, 16 route de Gray, 25030 Besançon cedex.
(6) SGS Horizon Oil, Gas & Chemical Services, Prinses Margrietplantsoen, 81, 2595 BR Den Haag, Pays-Bas.
(@) yasin.makhloufi@upmc.fr

La Formation de l'Oolithe Blanche (Bathonien) est un des aquifères salins profonds du bassin de Paris. Plusieurs projets de recherche ont démontré que ses propriétés réservoirs sont plus difficiles à prédire que ce qui était envisagé. Pour caractériser cette formation en termes de qualité réservoir, trois sites d'études ont été sélectionnés : la bordure Sud-Est du bassin où la formation affleure dans les carrières de Bourgogne, la partie médiane (secteur Champagne-Ardennes) et la partie centrale, activement exploitée pour la géothermie et ce depuis une cinquantaine d'années. Ces deux dernières zones ont été étudiées en sub-surface.

Trois types d'études approfondies ont été menés sur chaque site : (1) sédimentologique dans le but de préciser l'environnement et les modes de dépôts de cette formation, (2) pétrographique afin de caractériser les textures, fabriques types et localité de pores ainsi que la paragenèse du réservoir et (3) pétrophysiques afin de déterminer les hétérogénéités de propriétés réservoirs (Φ, K, cinétique d'imbibition capillaire), acoustiques et électriques. En plus de ces caractérisations, l'ensemble des données est traité statistiquement afin de mettre en évidence les relations de contrôle pouvant exister entre les différents paramètres cités ci-dessus.

Le réservoir présente une importante microporosité intraparticulaire (>90% de la porosité). Les rares occurrences de méso- et macroporosité interparticulaires participent peu aux propriétés réservoirs et sont reliées au système poreux par la microporosité. L'étude sédimentologique a montré que la Formation de l'Oolithe Blanche comprend trois sous-faciès dont le dépôt est contrôlé principalement par leur position au sein de la plateforme, le type et le dynamisme des courants. De plus il existe un fort lien entre ces hétérogénéités sédimentologiques et l'histoire diagénétique de la formation. De même les propriétés pétrophysiques déterminées sont fortement contrôlées par les paramètres diagénétiques et microstructuraux (e.g. taille et forme des allochèmes).

Le grand volume de données acquises par cette étude permet, une fois couplé à une méthode statistique, de définir des *électrofacies*. A partir des données diagraphiques de puits calibrées, nous sommes capables de prédire les hétérogénéités sédimentologiques latérales et verticales, en sub-surface, à l'échelle du bassin. Ces résultats permettent un habillage plus fin des modèles géométriques 3D actuellement développés et indispensables à l'exploitation du réservoir.

Cette étude a bénéficié du soutien du CNRS-INSU dans le cadre de l'action incitative CESSUR et du BRGM.

# CARACTÉRISATION D'UNE SÉDIMENTATION SYNDIAPIRIQUE JURASSIQUE DANS LA REGION D'IMILCHIL, HAUT-ATLAS CENTRAL, MAROC

Manon MALAVAL[1,@], Rémi JOUSSIAUME[1], Carine GRÉLAUD[1], Philippe RAZIN[1], Grégoire MESSAGER[2], Juan Diego MARTIN-MARTIN[3], Eduard SAURA[3], Jaume VERGES[3], David W. HUNT[2]

(1) ENSEGID - Institut Polytechnique de BORDEAUX, 1 allée F. DAGUIN, 33607 PESSAC
(2) Statoil, TPD RD, Bergen, Norvège
(3) Institute Earth Sciences Jaume Almera, CSIC, Barcelone, Espagne
(@) manon.malaval@gmail.com

La chaîne de l'Atlas résulte de l'inversion tectonique d'un bassin intracontinental mésozoïque durant la phase néogène alpine. La formation du bassin atlasique s'initie par une première phase de rifting au Trias, qui enregistre une sédimentation continentale (argiles rouges, grés, évaporites) et des dépôts/intrusions magmatiques. Le second épisode extensif majeur, au cours du Jurassique, est marqué par différentes phases de distension/transtension couplées à la subsidence thermique, qui sont à l'origine d'une architecture de bassin complexe. Cette phase d'extension s'accompagne d'une activité diapirique, à l'origine d'intrusion de matériel triasique et magmatique le long des grandes failles majeures. Ces intrusions principalement orientées ENE-OSO forment une succession de rides anticlinales étroites et de larges synclinaux qui structurent le Haut-Atlas central.

Ces structures diapiriques sont particulièrement bien préservées dans la région d'Imilchil (Haut-Atlas central), zone d'étude idéale pour la compréhension des relations entre sédimentation et diapirisme. L'objectif est de caractériser l'évolution des systèmes sédimentaires et la répartition des faciès dans un contexte de subsidence régionale associée à une déformation diapirique locale.

Les rides diapiriques dont le cœur est composé essentiellement d'argiles rouges du Trias et de roches magmatiques (basaltes, dolérites) mais de peu d'évaporites, s'apparentent à des structures anticlinales. Elles présentent des flancs dissymétriques formés par une série sédimentaire qui débute au Toarcien et s'achève au Bathonien. Le Lias inférieur à moyen n'est pas visible à l'affleurement. La série sédimentaire étudiée est constituée de faciès variés, qui enregistrent une grande tendance régressive. Une première unité marneuse de bassin laisse place à l'installation d'une plateforme carbonatée oolitique et bioconstruite au Bajocien. Les carbonates sont recouverts par une épaisse série de dépôts mixtes à dominance tidale, puis par une série rouge continentale argilo-gréseuse du Bathonien.

Les relations entre les mouvements diapiriques et la sédimentation peuvent être mises en évidence par des géométries intra-formations (variations d'épaisseur, discordances), par une influence locale sur les profils de dépôts à l'origine de variations de faciès aux abords des diapirs, et/ou par des événements particuliers (surfaces d'érosion, brèches, niveau condensé).

Ces évidences synsédimentaires, témoins des déformations, permettent de distinguer trois grandes phases de mouvements diapiriques. Une première phase de déformation a lieu pendant l'accumulation de dépôts de bassin au cours du Toarcien. La fin de la sédimentation marneuse et la progradation de la plate-forme carbonatée s'effectuent au Bajocien, au cours d'une période de ralentissement de l'activité diapirique. La seconde phase de croissance diapirique est contemporaine de la disparition de la plate-forme carbonatée et de l'arrivée de matériel clastique. L'activité diapirique se manifeste par des passages de facies rapides de la plate-forme au bassin. L'inclinaison des profils de dépôts s'accompagne de surfaces d'érosions et de dépôts bréchiques. A ce stade, les diapirs tendent à émerger, les mini-bassins s'individualisent et semblent déconnectés les uns des autres. La subsidence dans ces mini-bassins permet alors l'accumulation de 2000 à 3000 mètres de sédiments supplémentaires jusqu'au Bathonien.

# MISE AU POINT D'UNE MÉTHODOLOGIE ANALYTIQUE D'IDENTIFICATION DES PIERRES NATURELLES DE CONSTRUCTION : ENFIN L' « ADN » DE LA PIERRE

Claudine MALFILATRE[1, @], Erwan HALLOT[2], Denis GAPAIS[2], Philippe BOULVAIS[2], Sylvie BOURQUIN[2], Marie-Pierre DABARD[2], Marc POUJOL[2], Annick CHAUVIN[2], Didier PALLIX[1]

(1) Centre Technique de Matériaux Naturels de Construction, 17 rue Letellier 75015 Paris
(2) Géosciences Rennes, UMR CNRS 6118, Université Rennes 1, Campus de Beaulieu, 263 av. du Général Leclerc, CS 74205, 35042 Rennes
(@) malfilatre.c@ctmnc.fr

Le marché de la pierre de construction représente une activité économique mondiale importante. Les échanges internationaux favorisent de potentielles substitutions, parfois frauduleuses, entre des pierres aux faciès comparables mais de provenances diverses.

Il devient donc important de développer un outil de certification de la provenance des pierres de construction. Cette étude développe différentes méthodes d'identification (pétro-géochimie et/ou magnétisme) de pierres de construction de types granitique (Silverstar du Tarn, rose de La Clarté, gris bleu de Louvigné et bleu de Lanhélin) et sédimentaire (calcaire de Comblanchien) afin de pouvoir en certifier la provenance.

De manière univoque, elle individualise ces pierres de construction françaises de potentiels concurrents commerciaux. Notre analyse utilise aussi des outils statistiques pour rendre compte de la variabilité intrinsèque des roches étudiées, quantifier la dissimilarité de roches de provenances différentes ou en établir, le cas échéant, la similarité. Au préalable l'échelle spatiale à laquelle une pierre de construction peut être considérée comme homogène est vérifiée. Des échantillons issus de carrières différentes sont comparés.

Nos résultats et l'approche générale illustrée dans ce travail ne sont pas seulement d'intérêts pour les professionnels mais pour toute personne utilisant les pierres de construction à des fins industrielles. Ils constituent aussi un élément fondateur d'une base de données de caractérisation des pierres françaises utilisées en construction.

Cette étude montre qu'une caractérisation approfondie des pierres de construction peut en permettre la distinction en termes de provenance, et donc offre la possibilité de leur attribuer une carte d'identité, et si nécessaire un label commercial.

# GRADIENT DIAGÉNÉTIQUE ET PALÉOTHERMICITÉ EXPRIMÉS PAR LES MINÉRAUX ARGILEUX DANS LE CRÉTACÉ SUPÉRIEUR DES MASSIFS SUBALPINS SAVOYARDS

Xavier MANGENOT[1,@], Jean-François DECONINCK[1], Pierre-Yves COLLIN [1)]
Didier QUESNE[1], Jean-Pierre SIZUN[2]

(1) Laboratoire Biogéosciences, UMR 6282 CNRS, Université de Bourgogne, 6 Bd Gabriel, 21000 Dijon, France.
(2) Laboratoire Chrono-Environnement, UMR 6249, Université de Franche-Comté, 16 Route de Gray, 25000 Besançon, France.
(@) xavier-mangenot@club.fr

Afin de comparer l'évolution diagénétique des minéraux argileux et les propriétés pétrophysiques des calcaires sublithographiques du Crétacé supérieur (Turonien à Santonien) des Bauges et des Bornes, l'évolution des assemblages argileux et les propriétés pétrophysiques des calcaires sont étudiées sur dix-sept coupes (Villars, 1991). La diagenèse argileuse est marquée par l'apparition systématique des chlorites dans les domaines les plus internes, associé à un enrichissement progressif en illite des interstratifiés illite-smectite (I/S). Ceux-ci ont fait l'objet d'une caractérisation minéralogique détaillée permettant de quantifier leurs teneurs relatives en illite et en smectite.

À l'ouest du secteur étudié, les I/S présentent des teneurs en smectites de l'ordre de 90% alors que les processus d'illitisation croissants vers l'Est conduisent à des I/S ne contenant plus que 10% de smectite. Les transformations minéralogiques permettent de constater un net gradient diagénétique croissant suivant une zonation NO-SE. Cette illitisation est cohérente avec l'évolution des degrés d'évolution de la matière organique ($T_{max}$) mesurés dans la formation de Wang (Maastrichtien) immédiatement sus-jacente aux calcaires sublithographiques (Gorin et Monteil, 1990)

L'évolution conjointe des indicateurs thermiques dits organiques et inorganiques démontre un régime thermodynamique/diagénétique différentiel entre les domaines externes et internes des massifs subalpins savoyards. La paléothermicité a pu être estimée à 70/80°C dans les domaines externes et à environ 170/190°C dans les domaines plus internes.

Les calcaires sublithographiques présentent des porosités et perméabilités très faibles quelles que soient les coupes étudiées. Malgré la présence de ces régimes thermiques distincts, la phase carbonatée des calcaires sublithographiques (>95%) présente une grande homogénéité des propriétés pétrophysiques probablement acquise avant les phases majeures de structuration alpine.

Les transformations minéralogiques, résultent de l'intervention de trois facteurs agissant de manière indépendante :

(1) la surcharge sédimentaire pré-orogénique

(2) la proximité des zones métamorphiques/influence des déformations alpines

(3) l'enfouissement tectonique et la mise en place des nappes pré-alpines représentées notamment dans les Bornes par les klippes des Annes et de Sulens.

Gorin, G.E., Monteil, E., 1990, Preliminary note on the organic facies, thermal maturity and dinoflagellate cysts of the Upper maastrichian Wang Formation in the northern subalpine massifs (Western Alps, France), Eclogae Geologicae Helvetiae 83/2, 265-285.
Villars, F., 1991. Evolution paléogéographique du domaine delphino-helvétique (entre Chartreuse et Morcles) au Crétacé supérieur (Turonien-Maastrichien). Biostratigraphie, sédimentologie et dynamique sédimentaire sur une rampe carbonatée. Pub. Département de Géologie et Paléontologie, Genève, 10, 173 pp.

# 60 ANS DE RECHERCHE PETROLIERE AU SERVICE DE LA CONNAISSANCE GEOLOGIQUE NATIONALE

Stéphane MARC[1,@], Olivier SERRANO [1]

(1) BRGM, DGR/GBS, 3 av. C. Guillemin, BP 36009, 45060 Orléans Cedex 2
(@) s.marc@)brgm.fr

Les méthodes géophysiques ont été et sont toujours largement utilisées pour la connaissance du sous-sol, dans des thématiques diverses telles que la géothermie, la prospection hydrogéologique, les risques naturels, le stockage de gaz et surtout la prospection d'hydrocarbures. Cette dernière a largement utilisée la sismique réflexion comme méthode d'investigation, pour explorer les bassins sédimentaires en imageant les structures profondes, potentiels pièges à hydrocarbures. Débutée intensément dans les années 50, la recherche pétrolière a généré plus de 350 000 kms de données de sismique sur le territoire national, engendrant la foration de près de 6000 puits profonds à ce jour. Depuis 2006, ces données sont petit à petit sauvegardées par le BRGM, dans le cadre de sa mission de service public, sous le projet « Guichet H ». Travaillant en collaboration avec les opérateurs, et à l'aide d'un réseau de sous-traitance, les données sont sauvegardées sur des supports et des formats modernes. L'ensemble de ces données représente des éléments majeurs du patrimoine géologique national, et est une source inestimable de données pouvant être mises à disposition, sous certaines conditions, pour toute société, université, ou simple particulier le désirant.

Depuis une dizaine d'années, dans le cadre de son activité de valorisation des données du sous-sol et se basant sur les données recueillies sur le projet « Guichet H », le BRGM a entrepris des études structurales sur chaque bassin français (Bassin d'Aquitaine, Bassin de Paris, Fossé rhénan, domaine du Jura-Bresse, domaines du Sud-Est de la France), en retravaillant ces données de sismique et de forage, à l'aide des nouvelles méthodes de traitement du signal. Basées sur le retraitement et l'interprétation de plusieurs transects sismiques régionaux, ainsi que des données de forages profonds disponibles le long et à proximité des profils, ces études fournissent des résultats de premier plan d'un point de vue de la connaissance de chaque bassin : une vision d'ensemble de la structuration des objectifs classiques (Néocomien, Dogger et Trias) et des objectifs sous explorés du Permo Carbonifère, pour le Bassin de Paris, ou une image revisitée des principaux domaines du Sud-Est de la France, région caractérisée par sa complexité structurale et par la superposition de bassins sédimentaires distincts, à paléo environnements contrastés, une cartographie structurale des principales périodes géologiques du Bassin d'Aquitaine, permettant une compréhension du timing de la déformation de ce bassin d'avant pays avec des applications directes sur la recherche d'hydrocarbures…etc.

Ces retraitements sismiques composent également une donnée incontournable dans le cadre des chantiers du Référentiel Géologique de la France (RGF). Elles ont été largement valorisées sur le démonstrateur Vosges-Fossé Rhénan ainsi que sur le projet Interreg GeOrg.

# TEXTURE ET STRUCTURE DES LOBES TERMINAUX FOSSILES DU SYSTÈME TURBIDITIQUE DU CONGO (DONNÉES REPREZAÏ)

Tania MARSSET[1,@], Clément REPIN[2], Laurence DROZ[2], Michel CREMER[3], Marie PICOT[1,2], Bernard DENNIELOU[1] et l'équipe REPREZAÏ.

(1) Laboratoire Environnements Sédimentaires, Géosciences Marines, Ifremer, BP70, 29280 Plouzané, France.
(2) Laboratoire Domaines Océaniques, UMR 6538 (CNRS/UBO), IUEM, Place Nicolas Copernic, 29280 Plouzané, France.
(3) Laboratoire Environnements et Paléoenvironnements Océaniques et Continentaux, UMR 5805 (CNRS), Université Bordeaux 1, Avenue des Facultés, 33405 Talence Cedex, France.
(@) tania.marsset@ifremer.fr

L'édifice axial (~200 ka - aujourd'hui) du système turbiditique quaternaire du Congo comprend un ensemble de systèmes chenal-levées-lobe qui ont été cartographiés durant les campagnes ZaiAngo (1998-2000, collaboration Ifremer/Total). Le prélèvement de carottes le long du chenal encore actif, jusqu'au complexe de lobe actuel, a permis l'étude détaillée des processus de transport et de sédimentation (Babonneau, 2002 ; Bonnel, 2005). Jusqu'en 2011, la composition des lobes plus anciens était inconnue, en raison de l'absence de carottes. Or, la connaissance des caractéristiques sédimentaires de ces dépôts terminaux en fonction de leur distribution spatio-temporelle dans l'édifice est essentielle à la compréhension des facteurs contrôlant leur mise en place.

En 2011, les campagnes Reprezaï (collaboration Ifremer/UMR6538) ont permis d'acquérir les carottes et les données sismiques nécessaires à une compréhension exhaustive de l'évolution architecturale et sédimentaire de l'édifice axial. Parmi les études réalisées (voir communication Picot et al., ce volume), nous présentons ici une analyse couplée de l'architecture fine (Sondeur de Sédiment en mode CHIRP) et des structures sédimentaires (RX et granulométrie des carottes) de lobes anciens situés à des distances croissantes de l'embouchure du fleuve Congo. Ces travaux permettent de caractériser 3 types d'environnement principaux (corps et franges de lobes, levée). L'interprétation montre que l'essentiel des séquences identifiées sont des turbidites argilo-silteuses présentant les termes Tc à Te de la séquence de Bouma (1962), quel que soit l'environnement. Quelques séquences complètes (Ta-Te) ont été observées dans les franges de lobe.

Ces premiers résultats soulignent de faibles différences lithologiques entre les franges de lobes et les levées malgré une géométrie bien distincte. Seule, l'épaisseur notable (10 à 60 cm) des turbidites argileuses Te paraît distinguer la frange des lobes. Ces observations devront être complétées et confirmées par l'étude d'autres lobes.

Babonneau, 2002. Mode de fonctionnement d'un chenal turbiditique méandriforme: cas du système turbiditique actuel du Zaire. Thèse université de Bordeaux I, 308 p.
Bonnel, 2005. Mise en place et fonctionnement de lobes distaux dans les systèmes turbiditiques actuels. Thèse université de Bordeaux I, 294 p.
Picot et al., 2013. Cycles sédimentaires dans le système turbiditique du Congo (Ex-zaïre) : nature et origine ? 14ème Congrès français de sédimentologie, Paris.

# PLEISTOCENE STRATIGRAPHIC SIGNATURE OF ACTIVE DEFORMATION ALONG THE CENTRAL ECUADORIAN SUBDUCTION MARGIN

Carlos MARTILLO[1,2,3,@], Jean-Noel PROUST[2], François MICHAUD[1], Jean-Yves COLLOT[1]

(1) Geoazur, CNRS-IRD-Universités de Nice et Paris VI, Sophia-Antipolis, Valbonne, France.
(2) Geosciences, CNRS-Université de Rennes1, Rennes cedex, France.
(3) Facultad Ciencias de la Tierra, ESPOL, Guayaquil, Ecuador
(@) cmartill@espol.edu.ec,

The uplift of the coastal cordillera of central Ecuador, as a consequence of the subduction of the Carnegie Ridge (400km wide, 2km high), shut down the sediment supply to the trench that is now largely sediment starved. The timing of the uplift, and of the re-routing of the main sediment paths, as well as the distribution of tectonic deformation, which are still a matter of debate, have important consequences on our understanding the dynamic of sediment budget of subduction margins.

The aim of this study is to fulfill these goals by interpreting high-resolution (50-450Hz frequency) multi-channel (72 channels) and single channel (Sparker) seismic data, piston cores, sediment profiles (3.5khz) and high-resolution multibeam bathymetry acquired during the ATACAMES cruise of the RV L'Atalante, in 2012.

In the La Plata Island-Manta Peninsula region, the results show a full and detailed record of the last nine, 100kyrs-scale, Pleistocene sedimentary sequences deposited -at and -just beyond the shelf break. These sequences are correlated through the shelf to the well-dated, Quaternary onshore exposures of the Tablazos Formation on the Manta Peninsula and La Plata Island. The change through time of the shape of the sequences at the shelf break, on the shelf and along the shoreline shows a complex deformation pattern with uplifting and subsiding regions that may reflect the shape of the underlying subducting Carnegie ridge. The excellent Pleistocene age control of the individual sequences boundaries provides an estimate of the time space distribution of the deformation across the subduction margin and helps to refine the age of the differential uplift of the coastal area. Those results contrasted with similar situations on other subduction margins will help to better understand the impact of topographic changes in the subducting plate on the sediment budget of active margins.

# CALIBRATION ASTRONOMIQUE ET RADIOMÉTRIQUE DE L'HAUTERIVIEN SUPÉRIEUR DANS LE BASSIN VOCONTIEN (SUD-EST DE LA FRANCE) ET LE DOMAINE SUBBÉTIQUE (SUD-EST DE L'ESPAGNE)

Mathieu MARTINEZ[(1,@)], Jean-François DECONINCK[(1)], Pierre PELLENARD[(1)], Laurent RIQUIER[(1,2)], Miguel COMPANY[(3)], Mathieu MOIROUD[(1)], Stéphane REBOULET[(4)]

(1) UMR CNRS/uB 6282 Biogéosciences, Université de Bourgogne, 6 boulevard Gabriel, 21000 Dijon, France
(2) UMR CNRS/UPMC 7193 ISTeP : Institut des Sciences de la Terre – Paris, Université Paris VI, 4 place Jussieu, 75255 Paris cedex 05, France
(3) Departamento de Estratigrafía y Paleontología, Facultad de Ciencias, Campus de Fuentenueva s/n, 18002 Granada, Espagne
(4) UMR CNRS/Lyon I 5276 LGL-TPE : Laboratoire de Géologie de Lyon : Terre, Planètes, Environnement, Observatoire des Sciences de l'Univers de Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, Bâtiment Géode, 2 rue Raphaël Dubois, 69622 Villeurbanne, Cedex, France.
(@) mathieu.martinez@u-bourgogne.fr

L'Hauterivien (Crétacé inférieur) est l'un des étages du Mésozoïque dont la durée, comprise entre 3,1 Ma (Gradstein *et al.*, 2012) et 5,3 Ma (Huang *et al.*, 1993), présente le plus d'incertitude. L'objectif de ce travail est de proposer une estimation fiable de la durée de l'Hauterivien supérieur et de préciser les âges des limites de ce sous-étage.

Des mesures de gamma-ray spectral ont été effectuées avec un pas constant de 20 cm sur les alternances marne-calcaire des coupes de La Charce (candidat GSSP pour la limite Valanginien-Hauterivien ; Bassin Vocontien) et de Río Argos (candidat GSSP pour la limite Hauterivien-Barrémien ; Domaine Subbétique). Les séries obtenues ont été traitées par les méthodes multi-taper et spectrogrammes d'amplitudes de façon à identifier les cycles sédimentaires et leur évolution tout au long des séries étudiées. Sur les deux coupes, l'excentricité de 100 ka et la précession sont les cyclicités dominantes. La mise en évidence de 34 cycles de 100 ka conduisent à une estimation de la durée de l'Hauterivien supérieur à 3,4 Ma. Celle-ci est en désaccord avec la durée de 3,1 Ma proposée pour l'ensemble de l'Hauterivien dans la toute récente «Geologic Time Scale 2012» (GTS2012). Cette sous-estimation de la durée de l'Hauterivien résulte probablement de la présence d'importants hiatus dans le Bassin de Marche-Ombrie, d'où est extraite l'estimation de la durée de l'Hauterivien de la GTS2012 (Sprovieri *et al.*, 2006 ; Gradstein *et al.*, 2012).

L'âge radio-isotopique U/Pb de 132,5 ± 1,3 Ma obtenu par Aguirre-Urreta *et al.* (2008) a pu être rapporté aux estimations de durées proposées dans ce travail sur la base de corrélations par nannofossiles calcaires et $\delta^{13}C$. La base de l'Hauterivien supérieur est ainsi datée à 132,7 ± 1,5 Ma tandis que le sommet de l'Hauterivien supérieur est daté à 129,3 ± 1,5 Ma. Pour la première fois dans l'intervalle Berriasien-Hauterivien, une approche cyclostratigraphique ancrée sur un âge radio-isotopique précis permet de proposer des âges de limites d'un sous-étage, contribuant ainsi à l'amélioration de l'échelle des temps géologiques pour le Crétacé.

Aguirre-Urreta M.B., Pazos P.J., Lazo D.G., Fanning C.M., Litvak V.D., 2008a. Journal of South American Earth Sciences 26, 91-99.
Huang Z., Ogg J.G., Gradstein F.M., 1993. Paleoceanography 8 (2), 275-291.
Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M., Ogg G., 2012. The Geologic Time Scale 2012 (Amsterdam : Elsevier BV).
Sprovieri M., Coccioni R., Lirer F., Pelosi N., Lozar F., 2006. Paleoceanography 21, PA4212.

# CHRONOLOGIE ET ÉVOLUTION DES CONNECTIONS FLEUVES/CANYON DURANT LE DERNIER MAXIMUM GLACIAIRE: LE CANYON BOURCART (MEDITERRANÉE OCCIDENTALE)

Marie-Aline MAUFFREY[1,@], Serge BERNE[1, 2] Matthieu GAUDIN[3], Gwenael JOUET[2]

(1) CEFREM, Université de Perpignan, 52 Av. Paul Alduy, 66860 Perpignan
(2) IFREMER, Centre de Brest, Géosciences Marines, 29280 Plouzané
(3) GEOLINK, 13, chemin de la Dhuy, 38240 Meylan
(@) marie-aline.mauffrey@univ-perp.fr

Dans le Golfe du Lion, les incisions profondes des canyons sous-marins ont été décrites depuis la fin du 19ème siècle. Récemment, le rôle primordial des incisions axiales comme voie privilégiée pour les flux à hautes densités initiés dans les fleuves et entaillant le thalweg des canyons, a été proposé comme mécanisme d'évolution des canyons dans le Golfe du Lion et ailleurs (Baztan, Berné et al. 2005; Wiles, Green et al. 2013). Grâce à l'utilisation d'une importante (1500 km) base de données sismique très haute résolution, il est possible de déterminer l'architecture précise de la tête du canyon Bourcart et des dépôts qui la remplissent. Grâce aux connections fluviatiles anciennes, une géométrie 3D des chenaux fossiles et plus récents en tête du canyon Bourcart permet d'en conclure sur un schéma d'évolution sur les derniers 120.000 ans et plus précisément encore sur le dernier maximum glaciaire. Les contraintes temporelles (et les relations avec les variations du niveau marin) ont été obtenues grâce aux corrélations établies avec le forage Promess 1, situé au voisinage du canyon Bourcart, et avec une carotte prélevée en amont de ce même site, sur le plateau continental (MD99-2349). Les résultats démontrent des connections directes entre les incisions axiales du canyon Bourcart et les systèmes fluviatiles. Ainsi, on peut constater une évolution progressive entre des faciès sismiques de type « remplissage » de paléo-vallées fluviatiles et des faciès sismiques de systèmes de chenaux-levées confinés. La cartographie 3D des incisions alimentant la tête du canyon montre que des fleuves situés à l'est du Golfe du Lion (probablement le Rhône) puis provenant de l'ouest (probablement l'Agly) ont successivement alimenté celle-ci. Une phase importante de dépôt sédimentaire s'est produite en tête de canyon au tout début de la remontée du niveau marin, probablement en relation avec l'augmentation du flux sédimentaire provenant des Pyrénées au début de la déglaciation. Le volume sédimentaire préservé correspondant à cette paraséquence transgressive (datée entre 21.000 ans et l'actuel) représente 40% du volume total préservé dans la tête de canyon durant la dernière période glaciaire. Ce volume important pourrait s'expliquer à la fois par le caractère transgressif du remplissage (augmentation de l'accommodation) mais aussi par l'augmentation importante du flux sédimentaire en lien avec l'instauration d'un climat plus humide propice aux « crues-éclairs » dans les Pyrénées et les Corbières. L'existence d'un système méandriforme initié en tête de canyon à -150 m de profondeur (actuelle), et formant des levées confinées au sein du canyon principal, renforce cette hypothèse de l'existence de courant de haute densité (de type hyperpycnaux) durant le début de la déglaciation.

Baztan, J., S. Berné, et al. (2005). "Axial incision: The key to understand submarine canyon evolution (in the western Gulf of Lion)." Marine and Petroleum Geology **22**(6-7): 805-826.

Wiles, E., A. Green, et al. (2013). "The evolution of the Tugela canyon and submarine fan: A complex interaction between margin erosion and bottom current sweeping, southwest Indian Ocean, South Africa." Marine and Petroleum Geology **44**: 60-70.

# MORPHO-BATHYMETRIC ANALYSIS AND MONITORING OF THE AQUITAINE INNER SHELF SUPERFICIAL SEDIMENTARY COVER: EXAMPLE OF THE AREA OF "LA SALIE" BETWEEN 1984 AND 2012

Alaïs MAZIÈRES[1,@], Hervé GILLET[1], Anaïs SCHIMTT[1], Eddy DARSAULT[1]
Thierry GARLAN[2], Cyril MALLET[3]

(1) UMR EPOC, University of Bordeaux, Avenue des Facultés, Talence 33405, France
(2)SHOM, Service Hydrographique et Océanographique de la Marine, 13 rue du Chatellier, 29200 Brest, France
(3)BRGM Aquitaine, Parc Technologique Europarc, 24 avenue Léonard de Vinci, Pessac 33600, France.
(@) alais.mazieres@u-bordeaux1.fr

Inner shelves constitute an area of transition where large quantities of coarse sediments are stored. Sediment exchanges occurring within these areas are of primary importance considering the evolution of neighboring littoral. The aim of this study is to understand the morphodynamics of the inner shelf and the connections prevailing with the shoreface and the beach.

We present some results focused on descriptive and comparative analysis of geophysical dataset (multibeam bathymetry, imagery, side-scan sonar and 2.5 KHz sediment echosounder) and sedimentological (cores, shipeck grab) acquired successively in 1984, 1998, 2010 and 2012 on the same area named «La Salie». This area is located few kilometers off the coast, south of the Arcachon lagoon tidal inlet, with water depth ranging from 5 to 50m. Our study led to the following results:

(1) Morphobathymetric analysis show a relation between the morphology of the seabed and the nature of the sedimentary cover : fine sand patches correspond to the benches while underlying coarse grains outcrop in bathymetric lows.

(2) Comparison of reflectivity data and side scan sonar between 1984, 1998, 2010 and 2012 shows that above 30m depth, actual hydrodynamics affects the all size sedimentary structures (including sand patches and coarse furrow). Sand patches generally migrate coastward. Some limits have migrated over 350m in 26 years. We suggest that these movements are related to strong hydrodynamic conditions: storms, winter swell condition and/or influence of Arcachon lagoon tidal channel currents.

(3)These hypotheses will be tested via modeling based in coupling the spectral wave model SWAN with the nonlinear shallow water model MARS, and a sediment transport module.

(4) The analysis of the sand patches isopach map, shows a high variability in the thickness on the area (ranging from 0 to 6 m). Previous studies characterized the superficial sediment cover largely formed by thin sand patches (1 to 2m) and more or less discontinuous on the Pleistocene coarse substrate (Cirac et al., 2000). Our study has allowed us to expand this description, with a thinning down of the thickness of sand patches from north to south and from coast to offshore. Many sand patches show asymmetric transverse profile (dune shaped), with a steep slope facing offshore (in contradiction with observation of the coastward movement). We also estimated the sand stock that can be mobilized over the area (82 000 000 m2) to 85 000 000 m3.

References

Cirac, P., Berné , S., Castaing, P., Weber, O., 2000. Processus de mise en place et d'évolution de la couverture sédimentaire superficielle de la plateforme nord-aquitaine. Oceanologica Acta 23 (6), 663–686.e

# LAST DECADE EVOLUTION AND SEDIMENTARY DYNAMIC OF THE HEAD OF THE CAPBRETON SUBMARINE CANYON (SW FRANCE): MORPHOBATHYMETRIC ANALYSIS AND NUMERICAL MODELLING

Alaïs MAZIÈRES[1,@], Hervé GILLET[1], Bruno CASTELLE[1], Corentin GUYOT[1], Thierry MULDER[1], Thierry GARLAN[2] and Cyril MALLET[3]

(1) UMR EPOC, University of Bordeaux, Avenue des Facultés, Talence 33405, France.
(2) SHOM, Service Hydrographique et Océanographique de la Marine, 13 rue du Chatellier, 29200 Brest, France
(3) BRGM Aquitaine, Parc Technologique Europarc, 24 avenue Léonard de Vinci, Pessac 33600, France.
(@) alais.mazieres@u-bordeaux1.fr

The canyon of Capbreton stands out among others by its deep incision of the continental shelf (right up to the coastline, Cirac et al., 2001) and its modern turbiditic activity (Gaudin et al ., 2006, Mulder et al. 2001).These singularities led to a debate concerning the relationship between the southward longshore drift estimated at around 700 000 m3/year, and the head of the canyon: (1) The presence of slide scars within the canyon's head suggest that this structure stores the sand supplied by the littoral drift and that the regular destabilization of this stock feeds the turbiditic activity of the canyon (Gaudin et al. 2006). (2) Hydrodynamic arguments (wave refraction) and in-situ measurements (radioactive tracer) suggest that the canyon's head rather plays the role of an hydrodynamic barrier preventing the littoral drift to feed the canyon (Abe, 1984; Duplantier, 1976; Froidefond, 1982).

This debate is addressed in this contribution combining descriptive approach based on detailed bathymetric surveys from 1998 to 2010 and detailed numerical modelling (Castelle et al., 2006) of wave-driven circulation in the Capbreton region. The analysis of data from missions ITSAS1 (1998), ITSAS5 (2001), GOUFHEAD (2009), SEDYMAQ2 (2010) and SEDYMAQ 3 (2012) together with the numerical exercise led to the following results:

(1) Morphology analysis of the head of the canyon confirms the presence of multi-decametric slip scars in relation with slipped sand masses. The proximal ramp of the head of the canyon is marked by two very steep semi-circular depressions at the edges (slope> 20°), which connect morphologically the head of the canyon to sedimentary coastline channel.

(2) The analysis of recent sediment samplings shows a clear correlation between the canyon head's sediments and beach sediments (fine to medium sands). In addition, some sampling attest the sporadic presence of mud mixed with organic matter in the head of the canyon.

(3) The hydrodynamic modelling shows that for low- to moderate-energy wave conditions wave-driven circulations cannot transport beach sediment towards the canyon's head as a northward current is observed due to offshore wave refraction across the canyon. When wave energy exceeds a threshold, the rotational nature of surf zone circulations changes of sign and wave-induced currents have the potential to transport massive quantities of beach sands in the canyon's head.

(4) The morphological evolution between 1998 and 2012 is significant. The bottom of the head of the canyon has been substantially reworked by numerous sediment destabilizations and the south rim was strongly eroded. Conversely, the proximal ramp, closer to the coast, appears to be relatively stable over the past 14 years.

In this highly dynamic environment, the littoral drift sediment supply appears as a potential stabilizer of disturbing retrogressive erosion that is going on in the head of the canyon.

To explain the presence of more muddy sediments in the canyon head, we must consider in further study the contribution of the Adour river muddy plume.

# ESSAI DE CARACTERISATION A PARTIR DE PENETROMETRES ET DE PANNEAUX ELECTRIQUES DE DEPÔTS DE CONE EN CONTEXTE CONTINENTAL : CAS DU SITE DE TECHNOLAC (LE BOURGET, ALPES OCCIDENTALES, FRANCE).

Gilles MENARD[(1)], Svetlana BYRDINA[(2)], Marielle COLLOMBET[(2)], Alexis HOMINAL[(1)], Sandra LELEU[(1)] et Charles NICOLAS[(1)].

(1) EDYTEM, UMR5204, Université de Savoie, campus scientifique, Pôle Montagne 73379 le Bourget du Lac cedex
(2) ISTerre, UMR5275 et UR219 Université de Savoie, campus scientifique, bâtiment Belledonne 73379 le Bourget du Lac cedex
(@) gilles.menard@univ-savoie.fr

Le pénétromètre est un outil classiquement utilisé en géotechnique pour le dimensionnement des fondations en terrain meuble. Les paramètres fournis par ce type de sondage, résistance de pointe et coefficient de frottement, sont directement liés à la granulométrie des terrains traversés. Une fois étalonnés, les sondages au pénétromètre permettent ainsi de suivre les variations horizontales de granulométrie (argile, limon, sable, gravier), en s'appuyant sur un paramètre quantitatif simple. De manière analogue, la résistivité électrique peut être reliée de manière simple à la granulométrie, avec toutefois la possibilité de complications en présence d'eau minéralisée.

Un essai de caractérisation paléogéographique a été tenté sur le site de Technolac, au sud du lac du Bourget (nord de Chambéry), secteur dans lequel se pose le problème des relations entre dépôts lacustres en profondeur (delta) et dépôts réputés fluviatiles près de la surface (cône de déjection). Ce site est documenté par plus de 200 forages, principalement situés dans la partie orientale, complétés par une vingtaine de panneaux électriques, implantés surtout dans la partie occidentale.

Quelle que soit la profondeur reconnue, le site de Technolac montre des langues de graviers se prolongeant par des langues de sables se développant sur plus de 1000 m vers l'est, soit 700 m au-delà de la Leysse actuelle.

Dans les niveaux lacustres « profonds » (au-delà de 6-7 m de profondeur au milieu de la vallée, soit > 10 ka) des langues de graviers, de 15 à 20 m de largeur, passent latéralement sur quelques dizaines de mètres à des sables grossiers puis fins voire à des limons, dispositif caractérisant un dépôt sous tranche d'eau significative (deltaïque ici).

Les niveaux superficiels montrent des langues de graviers analogues, mais passant plus brutalement à des argiles/silts (avec tourbes au milieu de la vallée), suggérant un contact par ravinement, ce qui est confirmé par les panneaux électriques. Le milieu de dépôt de ces niveaux superficiels, aérien ou sous faible tranche d'eau, reste discuté.

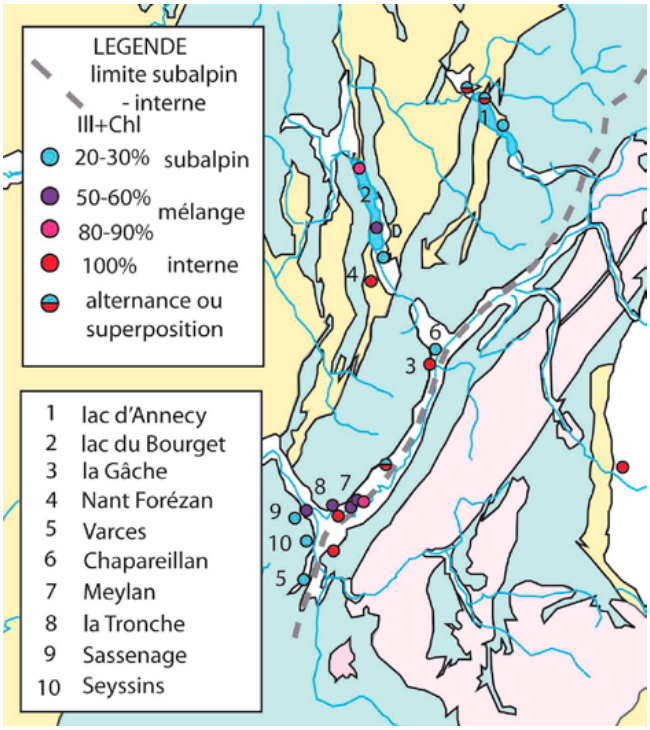
# UTILISATION DES ARGILES COMME TRACEURS DE SOURCES DANS LA ZONE DAUPHINOISE (ALPES OCCIDENTALES, FRANCE).

Gilles MENARD [1] et Christian BECK [2]

(1) EDYTEM, UMR5204, Université de Savoie, Campus scientifique, Pôle Montagne
73379 le Bourget du Lac cedex
(2) ISTerre, UMR5275 , Université de Savoie, Campus scientifique, bâtiment Belledonne
73379 le Bourget du Lac cedex
(@) gilles.menard@univ-savoie.fr

La zone dauphinoise (Alpes occidentales, France) se caractérise du point de vue des cortèges argileux des formations quaternaires par deux pôles bien différentiés avec une zone orientale (massifs cristallins externes et leur couverture métamorphisée du Jurassique inférieur et moyen) caractérisée par la seule présence d'illite bien cristallisées et de chlorite et une zone occidentale (massifs subalpins) caractérisée par environ 30% d'illite+chlorite, le reste étant représenté par des argiles gonflantes. La présence parfois importante de kaolinite dans la zone subalpine est considérée comme provenant d'apports karstiques, le karst étant le principal lieu de piégeage de ce minéral d'altération hérité de la période Crétacé-Eocène.

Un premier groupe d'utilisation des argiles concerne des secteurs éloignés des sources internes, avec tout d'abord le cas des grands lacs de l'avant-pays savoyard : sont mises en évidence pour le lac d'Annecy (1) une différenciation  apports de l'Arly/apports du Fier (Manalt, 1998) et pour le lac du Bourget (2) une différenciation apports du Rhône-Arve/ apports de Leysse (Chapron, 1999). Une autre application est celle aux argiles interglaciaires (100% Ill+Chl) reconnues soit en position perchée « normale » (Eybens, la Gâche (3), Chamousset) soit à des altitudes anormalement élevées (Nant Forézan (4) sous le chaînon de l'Epine).Le second groupe d'utilisation concerne les formations argileuses situées sur le bord est du sillon alpin, sillon qui sépare les deux zones-sources. Des formations argileuses réputées lacustres, situées dans la plaine du Drac et de l'Isère, reconnues à Varces (5) et Chapareillan (6), s'avèrent avoir une origine exclusivement subalpine (coulées de boue) : pour Chapareillan, cela implique l'existence d'épisode(s) d'effondrement du Granier analogue(s) à l'épisode historique bien connu et antérieur(s) à celui-ci.




D'autres formations argileuses situées au pied de la Charteuse (Meylan (7), Montbonnot, St Nazaire les Eymes), antérieurement cartographiées comme formations de pente, se sont révélées provenir d'un mélange subalpin/Isère, impliquant un milieu de dépôt lacustre. L'altitude atteinte par ces dépôts pose le problème de leur soulèvement tectonique récent. Des éboulis situés en position analogue à la Tronche (8) montrent un mélange comparable et conduisent aux mêmes conclusions. Enfin la présence parfois très importante de kaolinite dans toutes ces formations argileuses (exemples précédents ainsi que Sassenage (9) et Seyssins (10)) posent le problème d'un lien entre ces coulées boueuses et des débordements plus ou moins exceptionnels des karts sus-jacents.

# LA PIERRE DU VEXIN

Beatriz MENENDEZ [1, @]

(1) Géosciences et Environnement Cergy. Université de Cergy-Pontoise. 5, mail Gay Lussac. Neuville sur Oise. 95031 Cergy-Pontoise cedex
(@) beatriz.menendez@u-cergy.fr

La « pierre du Vexin » correspond au calcaire d'âge lutétien aussi appelé la « pierre de Paris ». Sa variabilité de faciès est très importante et elle se manifeste par une variabilité de ses propriétés physiques. Ce type de pierre est utilisé dans pratiquement tous les monuments du Vexin, combiné parfois avec de la craie ou des grès. Avec des étudiants de notre licence Sciences de la Terre, nous avons réalisé deux études sur ce calcaire, d'une part pour mettre en évidence la variabilité de ses propriétés physiques, et d'autre part pour étudier son altérabilité potentielle.

Une première étude réalisée a consisté à déterminer différentes propriétés physiques d'échantillons provenant de plusieurs carrières abandonnées ou d'affleurements importants. L'idée de cette étude nous a été proposée par Monsieur Danton, architecte du Parc Naturel Régional du Vexin Français, comme une première approche pour trouver une carrière exploitable de façon artisanale pour réaliser les restaurations des monuments dans notre région. Plusieurs échantillons ont été pris dans des affleurements et dans des carrières abandonnées. À ce groupe d'échantillons il faut ajouter un dernier échantillon provenant de l'église de Saint Gervais. Pour chacun des prélèvements nous avons extrait un nombre variable de cylindres de 4 cm de diamètre et de longueur variable. Dans cette étude, nous avons mesuré plusieurs propriétés : porosité ouverte ou accessible à l'eau, masse volumique de la roche, masse volumique des grains, vitesse de propagation des ondes de compression et de cisaillement, cinématique de la succion capillaire et de la désorption.

Nous avons simulé en laboratoire l'altération qu'une pierre peut subir quand elle se trouve exposée aux intempéries. Nous avons réalisé des tests d'altération artificielle accélérée sur des échantillons provenant de carrières abandonnées : Saint-Gervais, Pontoise, etc. et de carrières en exploitation dans l'Oise. Avant de soumettre les échantillons aux tests de vieillissement artificiel, nous avons mesuré plusieurs propriétés physiques et hydriques de la roche saine : porosité, adsorption et désorption d'eau, etc. Nous avons réalisé deux types d'essai d'altération artificielle accélérée : des cycles gel-dégel et des cycles de cristallisation de sels. Ces essais consistent à générer des contraintes à l'intérieur des pores soit par la cristallisation de sels soit par la solidification de l'eau qui a pour conséquence une augmentation de volume. À différents stades de l'expérience, nous avons pesé les échantillons pour quantifier l'altération. Nous avons aussi fait un suivi de la variation de la vitesse des ondes de compression avec les cycles. Un fait marquant est que les échantillons provenant de la carrière de Saint Gervais ainsi que la variété « roche fine », qui ont en commun d'avoir des pores de taille très petite, s'altèrent de manière beaucoup plus importante que les variétés qui présentent des pores de taille plus importante.

Bibliographie

Menéndez, B., Andreïs, T., Benkaci, A., Berstein, T., Brunschwig, E., Musial, M., Olivier, N. et Stein, M. (2006) L'altération de la pierre du Vexin français - Courrier scientifique du Parc Natural Régional du Vexin Français. N.2 (48-51).

# STRUCTURE ET ÉVOLUTION DU PLATEAU DE DEMERARA (GUYANE FRANÇAISE)

Marion MERCIER DE LÉPINAY[1,2,@], Christophe BASILE[3], Agnès MAILLARD[4],
Lies LONCKE[1], France PATTIER[1,5], Walter R. ROEST[5] ,
Virginie GAULLIER[6] , Philippe de CLARENS[2]

(1) Univ. Perpignan Via Domitia, Centre de Formation et de Recherche sur les Environnements Méditerranéens, UMR5110, F-66860, Perpignan, France
(2) TOTAL (S.A.), La Défense Courbevoie, France
(3) ISTerre, UMR-CNRS 5275, Observatoire des Sciences de l'Univers de Grenoble, Université Joseph Fourier, Maison des Géosciences, 1381 rue de la Piscine, 38400 St. Martin d'Hères, France
(4) Laboratoire GET, Université Paul Sabatier, Toulouse, France
(5) Ifremer, REM, Géosciences Marines, Plouzané, France
(6) UFR des Sciences de la Terre, Université Lille 1, Lille, France.
(@) mmercier@ifremer.fr

Le plateau de Demerara, au large de la Guyane Française, est situé à l'intersection entre deux domaines océaniques : l'Atlantique central ouvert au Jurassique et l'Atlantique équatorial ouvert au Crétacé inférieur. Les trois bordures du plateau correspondent à des marges passives. La bordure Nord est une marge transformante.

Le but de cette étude est de reconstituer l'histoire forcément polyphasée de ce plateau au mésozoïque, en insistant sur les contraintes imposées par l'héritage structural des déformations observées. En s'appuyant sur l'interprétation de lignes sismiques industrielles et sur des lignes académiques régionales (Guyaplac, 2003) calées stratigraphiquement par des puits industriels et ODP, de grandes coupes régionales du plateau sont proposées, ainsi qu'une carte structurale. Une comparaison avec la marge conjuguée de Guinée permet de replacer cette étude dans le cadre plus large de l'étude des marges transformantes de l'Atlantique équatorial.

Les sédiments du plateau sont affectés par une discordance angulaire majeure à l'Albien. Sous cette discordance, la sismique profonde montre l'existence d'un bassin sédimentaire de plus de 13 km de sédiments sous le plateau, d'âge au moins Jurassique à Crétacé inférieur. Des structures tectoniques nombreuses et variées (chevauchements, grabens, et décrochements) et l'existence de plusieurs discordances témoignent d'une histoire tectonique complexe et multiphasée. Une partie de cette histoire est liée aux déformations associées à la limite de plaque transformante à l'Albien Supérieur.

# ANALYSE SYSTÉMATIQUE DES PROFILS BATHYMÉTRIQUES LE LONG DES MARGES CONTINENTALES TRANSFORMANTES

Marion MERCIER DE LÉPINAY[1,2,@], Carole A. BOUKANDOU SIDI[1], Lies LONCKE[1], Walter R. ROEST[3], Christophe BASILE[4]

(1) Univ. Perpignan Via Domitia, Centre de Formation et de Recherche sur les Environnements Méditerranéens, UMR5110, F-66860, Perpignan, France
(2) TOTAL (S.A.), La Défense Courbevoie, France
(3) Ifremer, REM, Géosciences Marines, Plouzané, France
(4) ISTerre, UMR-CNRS 5275, Observatoire des Sciences de l'Univers de Grenoble, Université Joseph Fourier, Maison des Géosciences, 1381 rue de la Piscine, 38400 St. Martin d'Hères, France
(@) mmercier@ifremer.fr

En raison du régime tectonique décrochant à l'origine de leur formation, les marges transformantes présentent un amincissement limité voire nul de la croute continentale perpendiculairement à la faille transformante. Dans cette direction, la transition océan-continent y est particulièrement abrupte.

Ce caractère abrupt est exprimé par la bathymétrie qui montre des pentes du talus continental parfois supérieures à 20°. Toutefois la bathymétrie des marges passives est le résultat de l'interaction de différents phénomènes sédimentaires et tectoniques : taux de sédimentations, mode de dépôt liés au contexte régional et évolution des taux de subsidence et/ou surrection au cours du temps.

L'objectif de cette communication est de comparer et commenter 80 profils bathymétriques perpendiculaires aux principales marges transformantes mondiales, y compris plusieurs paires de marges conjuguées. En fonction de la longueur des marges étudiées, jusqu'à 8 coupes sériées ont été réalisées, avec un espacement de la centaine de kilomètres, et permettent d'étudier l'évolution latérale de chaque marge.

L'analyse de ces profils montre que les marges transformantes présentent certaines caractéristiques communes qui les distinguent des marges divergentes. La pente du talus est systématiquement importante (en moyenne de l'ordre de 9°), supérieure à celle des marges divergentes, et le plateau continental est étroit (en moyenne 45 km de large). D'autres caractères morphologiques ne sont pas associés à toutes les marges transformantes : certaines présentent des plateaux continentaux profonds, soit situés à l'intersection de grands domaines d'ouverture océanique, soit associés au segment le plus externe des marges transformantes. Enfin, certaines marges transformantes présentent des morphologies convexes, indiquant probablement un couplage entre lithosphères océanique et continentale, et une traction de la marge vers le bas par la subsidence de la lithosphère océanique.

# VARIABILITÉS CLIMATIQUES ET IMPACTS DES ACTIVITÉS HUMAINES SUR L'ENVIRONNEMENT MÉDITERRANÉEN, DURANT L'HOLOCÈNE, LE LONG D'UN AXE TRANSVERSAL OUEST - EST.

G. MEUNIER[1,@], B. VANNIÈRE [1], M. DEBRET [2], I. JOUFFROY-BAPICOT [1], T. PEDROTTA [3], M. MAGNY[1]

(1) Université sciences et techniques, Laboratoire Chrono-environnement, CNRS UMR 6249, 16 route de Gray, 25000 Besançon, France.
(2) Université de Rouen,Laboratoire Morphodynamique Continentale et Côtière UMR CNRS 6143 .
(3) University of Bern, institute of Plant sciences, Altenbergrain 21, 3013 Bern, Suisse.
(@)guillaume.meunier1@gmail.com

La régionalisation des changements climatiques et l'étude de changements environnementaux liés aux événements climatiques extrêmes constituent aujourd'hui des objectifs de recherche majeurs. Dans ce contexte, le but de notre étude est d'établir à haute résolution, des enregistrements de changements environnementaux et climatiques, le long d'une coupe transversale Ouest-Est à travers la Méditerranée avec un accent particulier sur les changements paléohydrologiques. Sur la base d'une approche multi-proxy combinant géophysique, géochimie et bio-indicateurs, l'étude de séquences sédimentaires de quatre lacs et tourbière de Crète, Sicile et Espagne nous permettront de mettre en évidence l'impact de la variabilité climatique passée ainsi que celle de l'activité humaine sur les changements de trajectoires écosystémiques. Au cours des dernières années, les études menées en Méditerranée occidentale témoignent d'une division Sud- Nord du climat méditerranéen au cours de l'Holocène. Dans ce projet, nous voulons tester comment le gradient Ouest-Est pourrait avoir été une autre clé caractéristique des facteurs et mécaniques des forçages climatiques, ainsi que son rôle dans l'évolution des écosystèmes durant l'Holocène dans le bassin méditerranéen.

Nos séquences sédimentaires lacustres nous ont permis de travailler sur des séquences temporelles quasi équivalentes d'environs 9000 ans à l'Ouest et l'Est de la Méditerranée. L'approche multi proxy notamment par l'analyse spectrophotométrique et XRF nous permet de contraindre l'histoire environnementale des dépôts lacustres ou tourbeux ainsi que l'environnement climatique associé depuis le début de l'holocène. Les premiers résultats concernant le lac Kournas (Crète) mettent en évidence un forte influence marine avec un niveau marin plus haut qu'à l'actuel autour de 9000-7000 cal BP, inclue dans une tendance climatique générale plutôt humide à l'Est de la Méditerranée. Entre 7000 et 2500 cal BP, le signal détritique enregistré traduit de nombreux évènements ponctuels marquant un contraste saisonnier plus fort durant cet intervalle, notamment entre 4000 et 2500 cal BP, ce qui corrobore avec une aridification progressive du milieu et l'instauration d'un climat type « Méditerranéen » en Crète. La dernière partie de notre séquence crétoise (2000-0 cal BP) a été couplé avec une séquence de tourbière sur le site d'Asi Gonia ce qui nous a permis d'avoir une approche temporelle à plus haute résolution, à la fois climatique et anthropique de l'Holocène récent. Alors que l'environnement climatique tend à se réchauffer en Crète depuis 2000 cal BP, alternant entre phases plus humides et phases plus sèches, le signal anthropique présent en trame de fond depuis 6000 cal BP devient plus marqué dès 2000 cal BP se corrélant aux variations des tendances climatiques régionales, comme à celles de l'histoire humaine à l'échelle Est Méditerranéen. Enfin, le site espagnol, actuellement en cours d'analyse, nous permettra d'appréhender l'aspect climatique et anthropique à l'Ouest de la Méditerranée et nous pourrons ainsi accéder à une vision globale de la mise en place du climat durant l'Holocène et de l'impact de l'homme sur l'environnement Méditerranéen selon un transect Ouest- Est.

# FACIÈS SÉDIMENTAIRES ET ENVIRONNEMENTS DE DEPÔT DES FORMATIONS TERTIAIRES DE LA PARTIE « ONSHORE » (AXE CENTRAL E-W) DU BASSIN DE DOUALA, CAMEROUN

Bachirou MFAYAKOUO CHAVOM [1,@], Pierre Ricard NJIKE NGAHA [2], Dieudonné BITOM [3]

(1) Université de Maroua, Département des Sciences de la Vie et de la Terre, Ecole Normale Supérieure, B.P. 55 Maroua-Cameroun.
(2) Université de Dschang, Département des Sciences de la Terre, Faculté des Sciences, B.P. 69 Dschang-Cameroun.
(3) Université de Yaoundé 1, Département des Sciences de la Terre, Faculté des Sciences, B.P. 812 Yaoundé-Cameroun.
(@) mfayakouo@yahoo.fr

Le Bassin de Douala est l'une des trois unités du bassin côtier camerounais situé au cœur du Golfe de Guinée. Il s'agit d'un bassin de marge passive mis en place lors de l'ouverture de l'Atlantique Sud, par distension Est-Ouest. Ce bassin est constitué des séries sédimentaires datées du Crétacé inférieur (dépôts synrift) à l'Actuel (dépôts postrift) Nguene et *al*. (1992). Il est formé de deux parties : une partie immergée qui ne fait qu'une avec les deux autres unités du bassin côtier camerounais (Kribi/Campo au Sud et Rio Del Rey au Nord) et une partie émergée qui couvre une superficie d'environ 6955 km$^2$. Les études récentes (Njiké Ngaha, 2005) menées sur les séries crétacées qui affleurent dans la partie « onshore » de ce bassin ont permis de déterminer les différents environnements de dépôt et leur évolution spatio-temporelle. Jusqu'à ce jour, les formations d'âge tertiaires de cette partie du bassin n'ont pas encore fait l'objet d'une étude sédimentologique détaillée.

Dans le but de déterminer les différents environnements de dépôt ainsi que leur évolution verticale, l'analyse des faciès sédimentaires et l'analyse séquentielle ont été mises à contribution. La nature des faciès rencontrés a également permis de comprendre le rôle de la tectonique dans la mise en place de ces formations.

Cinq principaux faciès sédimentaires ont été identifiés (conglomérats, grès, silts, argiles et argiles schisteuses (shales), calcaires), ainsi que des faciès secondaires. Leur description et leur regroupement en association de faciès ont permis d'identifier quatre (04) environnements de dépôt : un environnement fluviatile, un environnement de plaine deltaïque, un environnement de plate forme continentale et un environnement infralittoral.

La série étudiée est constituée de plusieurs séquences de type « fining-up » qui forme une mégaséquence transgressive témoignant des épisodes d'approfondissement progressive du bassin vers l'Ouest, en relation probable avec la tectonique distensive mise en évidence dans la région. La série se termine par une séquence régressive qui indique probablement le retrait de la mer, suite à l'épirogenèse naissante du Mont Cameroun et de la Ligne du Cameroun.

L'interprétation des résultats des analyses palynologiques et géochimiques en cours permettra de mieux contraindre les paléoenvironnements et d'entrevoir le rôle des facteurs externes (climat et variation du niveau de la mer) sur leur évolution temporelle et spatiale.

**Nguene, François-Roger, Tamfu, Simon, Loule, Jean-Pierre, and Ngassa, Célestin,** 1992, Palaeoenvironments of the Douala and Kribi/Campo subbasins, in Cameroon, west Africa, *in* Curnelle, R., ed., Géologie Africaine, 1 er Colloque de Stratigraphie et de Paléogéographie des Bassins

**Njiké Ngaha, Pierre Ricard**, 2005, Palynostratigraphie et reconstitution des paléoenvironnements du Crétacé de l'Est du basin sédimentaire de Douala (Cameroun). Thèse doctorat d'Etat. Univ. Yaounde I, 259p.

# PALEOGEOGRAPHIC EVOLUTION OF THE EASTERN EDGE OF THE DOUALA BASIN FROM LOWER CENOMANIAN TO LOWER TURONIAN

Bachirou MFAYAKOUO CHAVOM [1,@], Pierre Ricard NJIKE NGAHA [2], Georges Emmanuel EKODEK [3]

(1) University of Maroua, Department of Life and Earth Sciences, Higher Teachers' Training College, P.O. Box. 55 Maroua-Cameroon.
(2) University of Dschang, Department Faculty of Science, P.O. Box. 69 Dschang-Cameroon.
(3) University of Yaoundé 1, Department of Earth Sciences, Faculty of Science, P.O. Box 812 Yaoundé-Cameroon.
(@) mfayakouo@yahoo.fr

The aim of this work is **to trace paleogeographic evolution on the eastern edge of the Douala Basin from lower Cenomanian to lower Turonian.** The outcrops studied are located respectively along railway sections (Loungahe) and also the roadside-cut along the "Nationale 3" (Sikoum), between 3°56' and 4°00' North and 10°00' and 10°04' East. To achieve these goals, sedimentological and stratigraphic analyses have been carried out.

The sedimentary formations studied have a thickness of about 80 m. These formations are made by continental detritic facies which are coarse at the bottom and become progressively fining towards the top. These facies are overlained by marine deposits, black thin clay layers and bioclastic limestones.

The results of the granulometric, morphoscopic and morphometric analyses reveal that the sediment has been transported and deposited firstly by gravity flow and a decreasing energy river system, from high to very low energy and finally by a shallow marine dynamic. The pebbles sampled on the top of these deposits correspond to deposits from the final stage of the basin infilling. All these sediments are discordant over the Precambrian basement.

The described facies are globally organized into a graded bedding system. They have been set in place during two sedimentation phases: the continental deposit phase which is basin infilling conglomerates, following by the transgressifs deposits. The sequential analysis of these different facies which are turbiditic shows that they are composed by small positive sequences that constitute a transgressive megastructure. This succession has been deposited during a megatransgressive paleogeographic phase which extends the final stage of the basin infilling. The deposits are Lower Cenomanian to the bottom and Lower Turonian towards the top, **according to palynological data**.

The depositional environments have evolved through time, passing from a narrow and abrupt tectonic basin, followed by a lacustrine to palustrine basin with rare marine ingression, to a restricted and shallow sea. **The climate was remaining warm and become progressively fresh.**

The nature of these environments is related to the dynamics of the formation of the Douala Basin, which is linked to the opening of the South Atlantic. **This dynamic is opening of a tectonic rift during the lower to mid Cenomanian, followed by more or less enlarged basin after the E-W distensive movements between the latino-american and african blocks during the mid and upper Cenomanian. The subsidence movement of the faulted basement during the lower Turonian was responsible of the expansion of a restricted shallow sea.**

# CARACTERISTIQUES ISOTOPIQUES ET ENVIRONNEMENTALES DES COMPOSANTES DU CAP CARBONATE MARINOEN DU SYNCLINAL DU NIARI-NYANGA, AFRIQUE CENTRALE

Olivia MICKALA[1,@], Laurence VIDAL[1], Pascal AFFATON[1], Didier VANDAMME[1], Hélène MICHE[1], Daniel BORSCHNECK[1], Florent BOUDZOUMOU[2], Michel MBINA MOUNGUENGUI[3]

(1) Aix-Marseille Université, CNRS, IRD, CEREGE UM34, 13545 Aix en Provence, France ;
(2) Département de géologie, UMNG, BP 69 Brazzaville, République du Congo ;
(3) Département de géologie, UST M, BP 943 Franceville, Gabon ;
(@) mickala@cerege.fr

Au Congo et au Gabon, le Groupe Schisto-Calcaire du Synclinal du Niari-Nyanga débute par un ensemble carbonaté cartographié comme ''Formation SCIa''. Celle-ci repose en discordance de ravinement sur des diamictites et se compose de dolomies et calcaires variés. Il s'agit de l'un des ''Cap Carbonates'' des glaciations néoprotérozoïques globales ayant contribué à l'hypothèse du ''Snowball Earth''.

Nous présentons ici de nombreuses nouvelles données sur ce Cap Carbonate qui n'a qu'une épaisseur de 5 à 25 m et ne matérialiserait qu'un bref épisode de la transgression marine liée à la fonte des glaciers. Il supporte une importante séquence argilo-silteuse à marneuse cartographiée comme ''Formation SCIb".

L'étude pétrographique indique que les principales composantes du Cap Carbonate du Synclinal du Niari-Nyanga sont des roches carbonatées présentant des microfaciès de types bindstones, mudstones, packstones ou cementstones, et matérialisant des paléoenvironnements supratidaux à subtidaux peu profonds. Ces roches se composent essentiellement de calcite, de dolomite et d'une phase argileuse constituée d'illite et de chlorite. Les rapports de leurs teneurs en Ca et Mg permettent de les déterminer comme des calcaires (avec Mg/Ca <0,1) et des dolomies ou dolomies calcaires (avec Mg/Ca> 0,1).

Dans les coupes étudiées dans ce synclinal ou dans son flanc sud-ouest impliqué dans la Chaîne Panafricaine du Mayombe (600 ± 50 Ma), les rapports isotopiques $\delta^{13}C$ (V-PDB) de ces roches carbonatées présentent une excursion négative de la base vers le sommet, avec des valeurs variant de -2,6‰ à -5‰ et associées à des valeurs de $\delta^{18}O$ (V-PDB) oscillant entre -6‰ et -12‰. Une telle excursion négative est caractéristique de la ***Glaciation Néoprotérozoïque Globale dite Marinoenne*** (635 ± 1,2 Ma). Leurs rapports isotopiques $\delta^{18}O$ et leurs rapports cationiques Mg/Ca indiquent qu'il s'agit des dolomies isotopiquement denses, avec des valeurs de $\delta^{18}O$ comprises entre -5 et -10‰, et des calcaires isotopiquement légers, à faibles valeurs de $\delta^{18}O$ (comprises entre -10 et -12‰). Par ailleurs, ces valeurs de $\delta^{18}O$ et les teneurs en Sr correspondantes suggèrent une disparité, les dolomies ayant des concentrations en Sr inférieures à 200 ppm alors que celles des calcaires dépassent 200 ppm. Ces différences de caractéristiques géochimiques et isotopiques attestent probablement des changements dans la composition des eaux marines ayant présidé aux dépôts des sédiments dont ont résulté ces dolomies et calcaires.

Par ailleurs, les illites alumineuses de ces dolomies et calcaires indiquent une diagenèse profonde évoluant depuis le bassin synclinal jusqu'à un épimétamorphisme dans la zone externe de la chaîne adjacente. En résumé, nos résultats suggèrent que les transformations post-sédimentaires n'ont pas affecté les signatures isotopiques des sédiments du Cap Carbonate étudié, ni dans le Synclinal du Niari-Nyanga proprement dit, ni dans sa marge sud-ouest impliquée dans la zone externe de la Chaîne Panafricaine du Mayombe.

**Mots clés** : Snowball Earth, Marinoen, Cap Carbonate, Rapports isotopiques $\delta^{13}C$ et $\delta^{18}O$.

# STRATIFICATION DE LA ZONE PHOTIQUE ET RÉCHAUFFEMENT FINI-MAASTRICHTIEN (SITE 762C, OCÉAN INDIEN).

Fabrice MINOLETTI[1,@], Nicolas THIBAULT[2]

(1) UMR7193 ISTeP, 4, place Jussieu 75252 Paris Cedex05, France
(2) Institut for Geografi og Geologi, København Universitet, Øster Voldgade 10, 1350 København, Denmark
(@) fabrice.minoletti@upmc.fr

Le Maastrichtien est caractérisé par des variations climatiques rapides et importantes. Notamment, un réchauffement a été mis en évidence au site ODP 762C (Exmouth plateau, océan indien) sur la base des rapports isotopiques de l'oxygène du carbonate total et des variations d'abondances des nannofossiles calcaires. Ce site de référence présente une sédimentation alternante caractérisée, dans ses niveaux clairs et sombres, par des abondances contrastées de nannofossiles calcaires (*Micula* spp.) et des valeurs distinctes de $\delta^{18}O$.

L'objectif de ce travail est, à partir de cet enregistrement sédimentaire complexe alliant tendance long terme et variation cyclique court terme, de déterminer l'amplitude du réchauffement fini maastrichtien affectant les eaux de surface et d'étudier l'évolution de la stratification de la zone photique au cours de ce réchauffement rapide.

Deux méthodes complémentaires ont été utilisées: les techniques de séparation (Minoletti et al., 2001 ; Minoletti et al., 2009) qui permettent de concentrer chaque microcomposants sédimentaires dans des fractions distinctes et, en complément, une méthode de quantification du contenu des sédiments par l'analyse d'images numériques. Cette méthode nouvelle est basée sur la détection automatisée et la classification d'objets, puis la mesure de paramètres morphologiques (longueurs, surfaces, position des centroïdes, rapports de forme) et des teintes de biréfringence (couleurs correspondant à l'épaisseur de calcite). Elle permet donc de retrouver les volumes et donc les masses de calcite d'un très grand nombre (plusieurs milliers) de particules sédimentaires y compris celles n'ayant pas de forme définie comme les fragments de foraminifères, les cristaux de diagénèse et les nannofossiles calcaires mal préservés.

Cette étude permet donc, aussi bien sur le long terme qu'entre les deux lithologies claires/sombres, (1) de quantifier les variations de température des eaux de surface indépendamment des changements de composition des sédiments et (2) d'étudier l'évolution de la stratification des eaux de surface par l'étude des différentiels de température entre nannofossiles calcaires (eaux superficielles) et les foraminifères planctoniques (eaux plus profondes).

# LECTURE À HAUTE RÉSOLUTION DES SIGNAUX PALÉOCLIMATIQUES GLOBAUX ET RÉGIONAUX ENREGISTRÉS DANS LES FAUNES DE FORAMINIFÈRES : L'HOLOCÈNE D'UN BASSIN OCÉANIQUE MARGINAL

Méryem MOJTAHID[(1)], Jennifer GARCIA[(1)], Elisabeth MICHEL[(2)],
Michel CREMER[(3)], Hélène HOWA[(1 ,@)]

(1) UMR CNRS 6112 LPGN-BIAF, Bio-Indicateurs Actuels et Fossiles, Université d'Angers, 2 boulevard Lavoisier, 49045 Angers Cedex, France
(2) UMR CNRS-CEA 8212 LSCE, Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, avenue de la Terrasse, 91198 Gif-Sur-Yvette Cedex, France
(3) UMR CNRS 5805 EPOC, Environnements et Paléo-environnements OCéaniques, Université de Bordeaux 1, avenue des Facultés, 33405 Talence Cedex, France
(@) helene.howa@univ-angers.fr

Une carotte sédimentaire de 3,20 m de long (43°50N - 2°03W) a été récupérée à 550 m de profondeur au Sud Est du Golfe de Gascogne (GdG). L'analyse sédimentologique (*X-ray et granulométrie*) et 10 datations $^{14}C$ (*sur foraminifères planctoniques*) ont permis de s'assurer de la cohérence de l'enregistrement, qui montre un taux de sédimentation élevé sur les 9000 dernières années. Cette bonne archive marine, très « côtière » car prélevée à ~50 km des côtes basques, permet l'analyse de la combinaison des signaux globaux (*forçage climatique orbital, niveau marin*) et des signaux plus régionaux (*NAO, hydrologie du continent adjacent*), sur la base d'une étude haute résolution des assemblages de foraminifères (>150µm) et des isotopes stables ($\delta^{18}O$ et $\delta^{13}C$) de leur test. Cette étude a aussi permis de distinguer le signal paléo-environnemental de fond (enregistré par les benthiques) et le signal de surface (enregistré par les planctoniques).

Depuis 9000 ans (cal BP), l'environnement benthique passe graduellement d'un milieu très eutrophe au milieu eutrophe à mésotrophe, caractéristique des conditions trophiques actuelles de haut de pente dans le GdG. L'environnement planctonique est beaucoup plus variable, car très sensible à la variabilité climatique reconnue dans l'Atlantique nord au cours de l'Holocène. La présence épisodique de l'espèce planctonique subtropicale *G.ruber* indique des incursions de l'Iberian Poleward Current, chaud et salé, dans les eaux de surface du GdG, qui se déclenchent sous conditions de NAO négatif. L'espèce *G.ruber* est donc un marqueur des périodes de $NAO^-$.

Le début de l'enregistrement (~9000-7400 cal BP), période de bas niveau marin relatif et de climat chaud et humide, est marqué par des apports importants de matière organique continentale (augmentation des précipitations sur le continent et du débit du paléo-fleuve Adour) qui se traduisent par un milieu benthique très eutrophe et une productivité élevée dans les eaux de surface. Les incursions de l'IPC sont alors fréquentes dans le GdG. L'optimum climatique, marqué par des saisons estivales particulièrement chaudes, apparaît entre ~7400 et 6000 cal BP, mais sans incursion d'IPC notable. Au cours de la période suivante (~6000-3500 cal BP), un refroidissement net (diminution des marqueurs d'été chaud) et des conditions climatiques plus sèches (baisse des apports continentaux) se mettent en place. Le milieu benthique acquiert progressivement ses caractéristiques trophiques actuelles et témoigne d'un flux croissant de matière organique d'origine marine. L'intervalle ~3500 à 1800 cal BP, correspondant à la période humide Romaine, se caractérise par une forte production primaire sous conditions de NAO négatif. Depuis 1800 ans, on constate l'établissement de conditions fraîches et stables dans les eaux de surface, sous prédominance de conditions de NAO positif.

Mojtahid M., F. Jorissen F.J., Garcia J., Michel E., Schiebel R., Eynaud F., Gillet H., Cremer M., Howa H., 2013. High resolution Holocene record in the southeastern Bay of Biscay: global versus regional signals. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 377: 28-44.

# GEOMORPHOLOGIE DES DÉPOTS ALLUVIAUX QUATERNAIRES : SINGULARITÉ DE LA PLAINE COTIÈRE DU FLEUVE GOLO (HAUTE-CORSE)

Julien MOREAU[1,2], Claude VELLA[2], Gwénaël JOUET[1], Stéphane MOLLIEX[1], Daniel HERMITTE[2], Jean-Claude PARISOT[2], Régis BRAUCHER[2], Philippe DUSSOUILLEZ[2], Julie DEMARTINI[3], Andrea FORZONI[4], Tony RAIMAN[4] et les équipes de la mission ElGolo1

(1) IFREMER, Laboratoire Environnements Sédimentaire, Technopôle de l'Iroise, 29280 Plouzané
(2) CEREGE, Europôle Méditerranéen de l'Arbois, av. Louis Philibert, 13545 Aix-en-Provence
(3) ODARC, avenue Paul Giacobbi, 20601 Bastia
(4) Delft University of Technology, Postbus5, 2600 AA Delft, The Netherlands
(@) julien.moreau@fremer.fr

Ses caractéristiques topographiques et sédimentologiques font du système fluvial du Golo une zone atelier particulièrement appropriée dans le cadre d'une étude Source-to-Sink. La plaine côtière y est une zone clé car elle constitue le principal compartiment de stockage dans ce petit bassin versant (>1000 km$^2$). Elle enregistre (1) les variations d'apports sédimentaires contrôlées par les changements climatiques et (2) la modification des environnements de dépôts en lien avec l'eustatisme. De nos jours, ces archives sédimentaires s'expriment en surface par les terrasses alluviales qui affleurent sur la plaine. Leur nombre, répartition et extension ont été cartographiés sur la base de l'altération des terrains et d'une chronologie relative en relation avec les glaciations quaternaires (Conchon, 1975), précisée ensuite par des datations par luminescence.

Une étude géomorphologique détaillée a récemment été réalisée afin d'appréhender au mieux la dynamique des dépôts alluviaux et de redéfinir la cartographie géologique de surface ; basée sur des observations morphologiques et pédologiques, de nouvelles acquisitions géophysiques (Tomographie des Résistivités Electriques T.R.E.), des datations par luminescence (OSL-IRSL) et par les nucléides cosmogéniques ($Be^{10}$). Cette étude a permis de cartographier avec précision 4 zones morphologiques sur la plaine que nous comparons à la répartition des sols décrits par l'étude pédologique. L'unité topographique la plus élevée et abrupte du haut de plaine est corrélée avec les sols les plus évolués (les plus vieux) alors que l'unité la plus basse et plane de bas de plaine est corrélée avec des sols plus frais et le cordon littoral holocène. Il est montré que les unités précédentes s'organisent d'amont en aval en terrasses fluviatiles de plus en plus vastes, et qu'une dépression transversale incise la plaine pour former autour du lit du Golo une vallée supportant les sols les moins évolués. Les escarpements qui la bordent, ses dimensions imposantes (largeur 1300 m env.) et sa section rapidement plane favorisent une mobilité très importante du cours du Golo. L'étude de 2 profils de T.R.E. nous a permis de mettre en évidence l'étagement des dépôts dans la vallée centrale par rapport aux terrasses alluviales adjacentes, alors que le reste de la plaine montre des dépôts emboités voir superposés. Les nouvelles datations prouvent que les terrasses alluviales emboitées ou superposées seraient générées au plus tard entre 38±5 ka BP et 45±7 ka BP alors que les terrasses étagées sont issues de la dynamique fluviale plus récente. La dépression centrale pourrait donc être l'héritage paléo-topographique de la dernière vallée glaciaire.

En période de haut niveau marin relatif, un réseau chenalisé très mobile a produit de larges épandages alluviaux qui se superposent. En période régressive et/ou de bas niveau, ces épandages ont été incisés. Cette vallée glaciaire est ensuite comblée par des dépôts alluviaux étagés puis, plus récemment, par l'édification d'une plaine d'inondation en arrière des cordons littoraux holocènes. Le fleuve Golo, alimenté par des flux sédimentaires torrentiels et très sableux, peut ainsi être décrit par un modèle de «plaine alluviale côtière» qui prédomine largement sur la progradation de dépôts deltaiques et prodeltaiques.

Conchon,O., (1975). Les formations quartenaires de type continentale en Corse orientale. Thèse de doctorat, Université de Paris VI, 564 pages.

# MONSOON AND SEA LEVEL CHANGES IN THE CONTROL OF TERRIGENOUS INPUTS AND PALEOPRODUCTIVITY IN THE TIMOR SEA DURING THE PAST 240 KYR

Eva MORENO[(1,@)], Wei LIU[(2)], François BAUDIN[(é)], Nianqiao FANG[(3)] & Franck BASSINOT[(4)]

(1) MNHN-CNRS-UPMC UMR 7207 CR2P
(2) UPMC-CNRS UMR 7193 IsTeP, équipe EMBS
(3) CUGB, Beijing, China.
(4) CNRS-CEA-UVSQ UMR 8212 LSCE
(@) emoreno@mnhn.fr

The MD01-2376 and MD98-2166 cores, recovered off northwestern Australia in the Timor Sea, provide expanded sedimentary sequences that cover the last 240 ka. These records make it possible to study past variations in the dynamics of the Australian Indonesian monsoon and the Indonesian Throughflow (ITF) at millennial to centennial time scales.

Sediments have been analyzed for TOC, $CaCO_3$ contents and element concentrations (Ca, Ti, Br, K, Al and Si) have been obtained with an XRF core scanner.

High correlation coefficients are observed between the TOC and Br and between $\%CaCO_3$ and Ca and these elements have been used to build high resolution records of organic and carbonate content. High resolution biogenic silica and terrigenous records have been derived from the Si/Al and Ti XRF counts.

The TOC and biogenic silica content show a clear glacial-interglacial pattern, with higher productivity during cold periods, suggesting the importance of sea level on long-term productivity variations. A clear obliquity signal is found in the $\%CaCO_3$ and result from changes in carbonate preservation. The $CaCO_3$ shows a strong correlation with the K/Ti ratio. The mechanisms which can explain the high correlation between $CaCO_3$ and the K/Ti ratio, which ratio is usually associated as a tracer of sediment provenance or/and grain size index, is still unclear but it is probably related with changes in bottom water dynamics.

Finally a precessional pattern has been observed in the terrigenous content percentage and in the biogenic silica content. This is usually related to low latitude climate and suggest a control by monsoon dynamics. Still, the rapid increases in terrigenous content during Termination I and II and at the end of stage 5 suggest that sea level changes also play a role.

Our results indicate that sea level changes mainly influence the organic and biogenic content of the sediment while monsoon dynamics, which control the precipitation rates in Indonesia and the north of Australia, has stronger influence on the terrigenous inputs.

# IDENTIFICATION D'UNE SUCCESSION D'ÉRUPTIONS VOLCANIQUES ENTRE 60 ET 90 KA DANS UNE CAROTTE AU LARGE DE SUMATRA : LES ÉRUPTIONS DU TOBA ET LEUR IMPACT REVISITÉS

Eva MORENO[1,@], Benoit CARON[2], Benoit VILLEMANT[2], François BAUDIN[3], Annachiara BARTOLINI[1], Vannina GRIMALDI[1] et Franck BASSINOT[4]

(1) MNHN-CNRS-UPMC UMR 7207 CR2P
(2) UPMC-CNRS UMR 7193 IsTeP, équipe PGV
(3) UPMC-CNRS UMR 7193 IsTeP, équipe EMBS
(4) CNRS-CEA-UVSQ UMR 8212 LSCE
(@) eva.moreno@mnhn.fr

La dernière éruption majeure du Toba sur l'ile de Sumatra est survenue il y a environ 74.000 ans. Elle est considérée comme l'événement volcanique de plus grande ampleur du Quaternaire. Cette éruption est caractérisée par des dépôts de tephra marins ayant jusqu'à 10 cm d'épaisseur (« Younger Toba Tuff », YTT) et identifiés dans presque tout l'Océan Indien et la Mer de Chine du Sud.

Une étude pluridisciplinaire a été effectuée sur la carotte BAR9425 prélevée en mer d'Andaman au nord du Sumatra lors de la campagne BARAT (1994). Cette carotte est particulièrement bien adaptée à l'étude de cette éruption car elle se situe à 400 km du volcan Toba et elle a un taux de sédimentation élevé, qui peut dépasser 10 cm/ka, et par conséquent une bonne résolution temporelle.

La mesure des $\delta^{18}O$ sur foraminifères, à basse résolution (van der Kaars et al. 2012) a permis d'obtenir un bon calage temporel basé sur la corrélation avec la courbe de référence low latitude stack (Bassinot et al. 1994). Trois niveaux de cendres d'une épaisseur variant entre 1 et 10 cm ont été identifiés optiquement : ils sont datés à 63 ka (Ash1), 71 ka (YTT) et 88 ka (Ash3). Ces niveaux de cendres sont également très bien identifiés par les rapports élevés de K/Al et Si/Al mesurés avec une résolution de 0.5 cm par fluorescence X (XRF).

L'analyse des éléments majeurs des fragments de verres à la microsonde électronique (CAMPARIS, UPMC) permet de caractériser chimiquement ces tephra et les corréler aux données géochimiques obtenues dans d'autres carottes de la région au Sud de Sumatra (Salisbury et al. 2012). Les verres des trois niveaux de cendres de la carotte BAR9425 ont des compositions géochimiques bien définies et distinctes. Les verres du niveau à 71 ka peuvent être chimiquement corrélés aux verres de l'éruption YTT et ceux des niveaux Ash1 et Ash3 peuvent être corrélés aux niveaux V1 et V6 (Salisbury et al. 2012) mais datés à des âges beaucoup plus récents. Nos résultats nous conduisent à réviser la chronostratigraphie proposée par Salisbury et al. (2012) qui ont identifiés ces niveaux sur des carottes différentes. En effet, V1 et V6 n'ont jamais été daté radiochronologiquement et ne sont calés temporellement que de manière indirecte. Dans la carotte BAR9425, au contraire, Ash 1, YTT et Ash 3 sont présents, non séparés par des hiatus de sédimentation ou des niveaux de turbidites: le calage par la stratigraphie isotopique permet d'établir une chronologie très fiable.

L'événement volcanique majeur de Toba identifié dans la carotte BAR9425 est représenté par une succession de trois niveaux principaux (identifiables macroscopiquement) de tephra qui ont été émis dans une période de temps relativement réduite située entre les stades interglaciaires 5 et 4. L'analyse systématique de la carotte permettra d'établir le nombre réel d'événements volcaniques et la composition des fragments de verres associés. L'impact de cet événement volcanique sur le climat et la productivité océanique sera étudié à partir d'une analyse géochimique fine : température de l'eau de surface, $\delta^{18}O$ à haute résolution, $CaCO_3$ et Corg.

# CALIBRATION TEMPORELLE DU SQUELETTE DU CORAIL PROFOND LOPHELIA PERTUSA

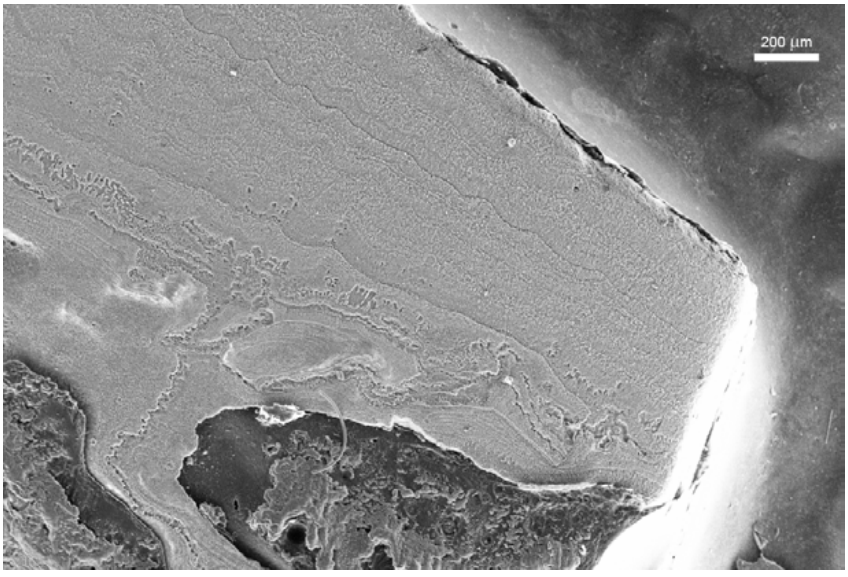
Vincent MOUCHI[1,@], Quentin G. CROWLEY[1], Andrew L. JACKSON[2], Frank McDERMOTT[3], George D. SEVASTOPULO[1], Franck LARTAUD[4]

(1) Department of Geology, Museum Building, Trinity College Dublin, College Green, D2, Ireland
(2) Department of Zoology, Zoology Building, Trinity College Dublin, College Green, D2, Ireland
(3) School of Geological Sciences, University College Dublin, Belfield, D4, Ireland
(4) Laboratoire d'Ecogéochimie des Environnements Benthiques, UPMC Université Paris 06, CNRS FRE 3350, F-66650, Banyuls-sur-mer, France
(@) mouchiy@tcd.ie

L'utilisation de biomatériaux en tant qu'archives paléoenvironnementales peut se révéler difficile par la complexité de l'organisation microstructurale des incréments de croissance. Contrairement aux séries sédimentaires qui présentent une linéarité spatiale sous forme de strates, les stries de croissance dans les carbonates biogéniques peuvent changer de structure et de direction sur un même plan en à peine quelques centaines de microns. La méthode d'analyse de marqueurs géochimiques doit de ce fait tenir compte des changements microstructuraux pour une interprétation cohérente des paramètres physico-chimiques au long de la vie de l'organisme étudié (température, salinité, pH…).

*Lophelia pertusa* est une espèce coloniale de coraux d'eaux froides qui est présente dans de nombreuses régions actuelles et récentes de 40 à 2000 mètres de profondeur, et est l'une des plus communes dans les eaux européennes et dans l'Atlantique. Chaque colonie peut enregistrer les changements environnementaux de la région sur plusieurs centaines d'années. Ces deux raisons en font un sujet de choix pour une étude paléoenvironnementale, mais peu de travaux se sont penchés sur l'organisation des incréments de croissance.

Ce travail propose une méthode d'observation de couches successives de fibres d'aragonite pour la définition de la localisation d'un transect d'analyse géochimique sans recouper de lignes-temps. De plus, la caractérisation de ces incréments peut être utilisée pour monter un modèle d'âge capable de délimiter des zones de taux de croissance différents pour pouvoir interpréter les fluctuations saisonnières élémentaires et isotopiques.




*Fragment de section longitudinale de* L. pertusa *observée au MEB. Des stries de croissance successives sont visibles sur la partie externe.*

# COOLING AND SOURCE-TO-SINK HISTORY OF NORTHERN PYRENEAN BASINS: CLUES TO UNDERSTAND MECHANISMS OF INVERSION OF THE EUROPEAN MARGIN

Frédéric MOUTHEREAU[1,2,@], Pierre-Yves FILLEAUDEAU[3], Arnaud VACHERAT[1,2]

(1) Institut des Sciences de la Terre, Université Pierre et Marie Curie, 75005 Paris, France
(2) CNRS, Institut des Sciences de la Terre Paris (ISTEP), UMR 7193, F-75005 Paris, France
(3) Beicip-Franlab, F-92502 Rueil-Malmaison, France
(@) frederic.mouthereau@upmc.fr

The effect of rift inheritance on the inversion of continental margins is expected to be the highest for young margins that have recorded thinning shortly before initiation of convergence. High geothermal gradients as well as inherited extensional structures define a weak lithosphere at time of shortening. In the northern Pyrenees, the European margin was thinned in the Late Mesozoic just few million years before the convergence and crustal shortening initiated.

Here, we present new fission-track, Helium and U-Pb data in the Cenozoic North-Pyrenean foreland basin. These data bring new constraints on the age of collision onset and the evolution of sediment routing system. Together with the reappraisal of the regional distribution of shortening in the Alpine Pyrenees, a model of evolution of basins from Late Mesozoic rifting to Cenozoic foreland settings is proposed. Basin analysis and exhumation patterns show that Iberia plate convergence in the northern Pyrenees evolved from a phase of underthrusting at ~90 Ma that lasted ~20 Myr. This episode is characterized by ductile deformation, slow cooling and high geothermal gradient. It contrasts with the crustal shortening which was limited compared to southern Pyrenees and lasted from 70 to 20 Ma. The development of basins and distribution of shortening reflect the initial geometry and properties of the extensional European margin.

# EROSION, CHEVAUCHEMENTS HORS SÉQUENCE ET SÉDIMENTS HIMALAYENS

Jean-Louis MUGNIER[1,@]

(1) Institut des Sciences de la Terre, CNRS-université de Savoie, Le Bourget du Lac, 73376.
(@) jean-louis.mugnier@univ-savoie.fr

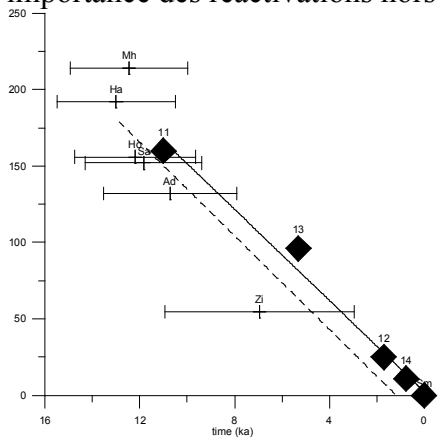
L'une des influences majeures de l'érosion sur la tectonique d'une chaîne de montagne devrait être, d'après les modélisations numériques ou analogiques, un accroissement des réactivations hors séquence des chevauchements. L'Himalaya étant une chaîne où l'érosion et la tectonique sont très actives depuis des dizaines de millions d'années, elle devrait donc être affectée par de nombreux chevauchements hors séquence.

Les vitesses du système de chevauchements, et en particulier la composante hors séquence, ont donc été quantifiées à partir du message sédimentaire, le long de deux zones distinctes de l'Himalaya : l'ouest Népal (centre Himalaya) et la zone du Cachemire- Jammu (Ouest Himalaya). Ces vitesses ont été déterminées à différentes échelles temporelles (Figure) : par la migration de la terminaison externe du bassin d'avant-pays à l'échelle de la dizaine de millions d'années, par la réalisation de coupes équilibrées à l'échelle de quelques millions d'années, par la géomorphologie et l'étude des dépôts de terrasses à l'échelle de quelques dizaines de milliers d'années et à l'échelle de quelques dizaines d'années par la géodésie satellitaire.

Dans l'Ouest Népal, la vitesse de convergence est voisine de 19 mm/an, quelques soient les périodes de temps considérées, et les réactivations hors séquence modérées, de l'ordre de 20 % (Mugnier et al., 2004).

Dans la région de Jammu Cachemire, une forte réactivation hors séquence est montrée pour les parties externes de la chaine pour les périodes récentes (moins de 50 000 ans) et prolonge probablement des réactivations hors séquence depuis quelques Ma. L'égalité entre la vitesse de migration du bassin d'avant-pays et la vitesse de convergence suggère les réactivations hors séquences sont très limités à l'échelle crustale durant les dix derniers Ma.

Ainsi, l'Himalaya ne montre que de faibles réactivations hors séquence à l'échelle crustale. La géométrie du plan de décollement basal semble être un facteur plus important que l'érosion pour expliquer l'importance des réactivations hors séquences majeures au niveau de la zone frontale Jammu-Cachemire.




*Comparaison entre vitesse de raccourcissement et vitesse de migration de la terminaison externe du bassin d'avant-pays dans la partie ouest de l'Himalaya ; ligne continue et diamants noirs : vitesses déduites de coupes équilibrées ; ligne tiretée et barres d'incertitude : migration.*

Bibliographie : Mugnier, J. L., Huyghe, P., Leturmy, P. & Jouanne, F. 2004. Episodicity and rates of thrust sheet motion in Himalaya (Western Nepal). in «Thrust Tectonics and Hydrocarbon System», Mc Clay, Eds - A. A. P. G. Mem. 82, p. 91-114.

# PALAEOGEOGRAPHICAL RECONSTRUCTION OF SUCCESSIVE RIFT LAKE ENVIRONMENTS IN THE NORTHERN AND CENTRAL SEGMENTS OF THE KENYA RIFT FROM PALEOGENE TO MIDDLE-UPPER MIOCENE

George MUIA[1,2,@], Jean Jacques TIERCELIN[2]

(1) National Oil Corporation of Kenya, AON Minet House, Off Mamlaka Road, P.O. Box 58567-00200 Nairobi, Kenya.
(2) Centre National de la Recherche Scientifique, UMR 6118 Géosciences Rennes, Université de Rennes, 35042 Rennes, France.
(@) gmuia@nockenya.co.ke

The present-day rift morphologies and sedimentary environments of the northern (NKR) and central (CKR) segments of the Kenya Rift are characterized by a single half-graben rift basin that hosts today Lake Turkana in the north (5° to 3°N) and a double, fully symmetric half–graben system to the south (from about 2°30'N). To the west is the Kerio half-graben, which is occupied by a single, semi-perennial fluvial system, and to the east is a complex half-graben basin that hosts the shallow freshwater Lake Baringo to the north and the saline, alkaline and organic-rich Lake Bogoria to the south.

Early rifting processes in this part of the Eastern Branch of the East African Rift System started during Eocene times in the region located between 3° and 2°30'N, and resulted in the development of a set of two parallel, N-S oriented half-graben basins - the Lokichar Basin to the west; the North Kerio Basin to the east. Vertical movements along the major border faults in the NKR resulted in two long-lived lacustrine environments, Lake Lokichar to the west and the North Kerio Lake to the east. These lakes developed from Eocene under tropical climatic conditions that induced the deposition of thick high TOC shales alternating with wide fluvio-deltaic regression bodies.

During the Eocene period in the CKR, sedimentation of unknown type developed into the precursors of the Kerio and Baringo-Bogoria Basins. The presence at depth of sedimentary deposits is only demonstrated by geophysical data obtained in the Kerio and Baringo Basins, and by the Kimwarer and Kamego Formations, both poorly exposed in the Kerio and Baringo Basins and which are possible relicts of early rift deposits. These basement-sourced sediments are mainly of alluvial fan and fluvial type, with brief occurrences of shallow lake environment. At the contrary of the southern NKR, abundant volcanism marked by large volumes of basaltic/phonolitic lavas resulted in the complete filling by lavas of the whole central segment from 23 to 15 Ma. Later on, major vertical movements along the Elgeyo, Saimo and Laikipia border faults contributed to create two new half-grabens prefiguring the present-day Kerio and Baringo Basins. From early to middle Miocene, large lake bodies developed in these two basins, where they are illustrated by the Tambach and Ngorora Formations, both representative of large freshwater to saline lake environments with a good source rock potential. From about 8 Ma, rifting migrates from west to east, resulting in a single tectonically active half-graben that hosted a suite of lacustrine environments of which present-day Lakes Baringo and Bogoria are the remnants.

# DÉCOUVERTE D'UN COMPLEXE CHENAL-LEVÉES ACTUEL SUR LA PENTE DES BAHAMAS

Thierry MULDER[1,@], Emmanuelle DUCASSOU[1], Hervé GILLET[1], Vincent HANQUIEZ[1], Mélanie PRINCIPAUD[1], Gregor P. EBERLI[2], Pascal KINDLER[3], Ludivine CHABAUD[1], Eliane GONTHIER[1], Bruno MARSSET[4], François FOURNIER[5], Philippe LÉONIDE[5], Jean BORGOMANO[6]

(1) Université de Bordeaux, UMR 5805 EPOC, 33405 Talence cedex, France.
(2) University of Miami, Division of Marine Geology and Geophysics, 33149 USA.
(3) Section of Earth and Environmental Sciences, University of Geneva, 1205 Geneva, Switzerland.
(4) Ifremer, Géosciences Marines, 29280 Plouzané, France.
(5) Université de Provence, Géologie des Systèmes et Réservoirs Carbonatés, Marseille, France.
(6) Total CSTJF, Pau, France.
(@) t.mulder@epoc.u-bordeaux1.fr

De nouvelles données de sismique-réflexion haute résolution (sondeur de sédiments à modulation de fréquence CHIRP) le long de la pente occidentale du banc carbonaté de *Gran Bahama* (Ouest de l'île d'Andros, Bahamas) a révélé la présence du premier complexe chenal-levées actuel dans un système de dépôt strictement carbonaté. Le complexe le plus récent, à peine détectable dans la morphologie actuelle, s'est construit au-dessus de deux autres complexes plus anciens séparés par des surfaces d'érosion. Cette architecture suggère l'existence de processus gravitaires continus le long de la pente carbonatée et de processus de migration du complexe par avulsion. La morphologie et la géométrie du complexe rappellent celles décrites dans les complexes alimentés par des sources silicoclastiques, en particulier avec la forme en « aile d'avion », mais la taille globale du complexe est moindre dans le cas présent (longueur : 9 km ; Largeur : 4 km). L'interprétation des profils sismiques montre que le système s'est construit en plusieurs phases mettant en jeu différents types de processus gravitaires incluant des courants de turbidité. Ce complexe, actuellement inactif, est fossilisé par des dépôts hémipélagiques ou par des dépôts issus des écoulements de faible énergie chenalisés par le réseau de ravines entaillant le haut de pente. Ces dépôts récents montrent des indices de remaniement par les courants de fond, en particulier les courants liés aux ondes internes. La découverte de ce complexe a des implications majeures pour la mise à jour des modèles conceptuels décrivant le fonctionnement des pentes carbonatées et leur exploration pétrolière. Elle a également un impact sur le cycle global du carbone, en transportant des carbonates de plate-forme vers les grands fonds, et sur la grande diversité des communautés benthiques vivant dans les environnements de pentes tropicales.

# MISE EN PLACE DES DEPOTS GRAVITAIRES SUR UNE PENTE CARBONATEE

Thierry MULDER[(1)], Anaïs SCHMITT[(1)], Jean Pierre PONTE[(2)], Emmanuelle DUCASSOU[(1)], Hervé GILLET[(1)], Cécile ROBIN[(2)], Vincent HANQUIEZ[(1)], Mélanie PRINCIPAUD[(1)], Ludivine CHABAUD[(1)], Jean BORGOMANO[(3)]

(1) Université de Bordeaux, UMR 5805 EPOC, 33405 Talence cedex, France.
(2) Géosciences Rennes, Université de Rennes 1, Rennes, France
(3) TOTAL, CSTJF, Pau, France.
(@) t.mulder@epoc.u-bordeaux1.fr

Le modèle des Bahamas montre une grande variété d'environnements et de processus de dépôts s'étalant entre le rebord du banc carbonaté et le domaine abyssal. L'étude de données récentes issues du second leg de la campagne Carambar (2010) ou plus ancienne (campagnes Bacar, 1981-83) a permis d'une part de caractériser les processus à partir des carottages, d'autre part de caractériser les environnements de dépôts à partir d'outils de bathymétrie et d'imagerie haute résolution.

Un modèle intégré montre que les processus et les dépôts diffèrent selon que l'on se place sur le haut ou sur le bas de pente.

Sur la partie supérieure de la pente du Petit Banc des Bahamas, à proximité du banc carbonaté, le matériel fin peut être exporté depuis la plate-forme. Il alimente des petits systèmes de haut de pente à relativement faible profondeur d'eau (< 1200 m) dans lesquels des carbonates fins (mudstone et wackstone) se déposent et construisent de petits systèmes turbiditiques dans lesquels alternent des dépôts de processus gravitaires de basse énergie (turbidites fines) ou de décantation (hémipélagites). Des contourites liées à l'activité du courant des Antilles se mettent également en place. L'activité gravitaire (*downslope*) semble faible à l'heure actuelle alors que les corps contouritiques (*alongslope*) semblent actifs.

Sur le bas de pente, à la base de l'escarpement (> 4000 m), des processus gravitaires de haute énergie déposent des grainstones au sein de grand canyons profonds. Ils s'organisent en dépôts gravitaires massifs ou granoclassés et s'intercalent avec des contourites profondes, riches en fraction terrigène, probablement mises en place par le Western Boundary Under Current (WBUC). A cet endroit, la stratigraphie basée sur les isotopes de l'oxygène et complétée par des mesures XRF montre que les contourites seraient déposées durant les périodes de bas niveau marin alors que les dépôts gravitaires se mettraient en place durant les périodes de haut niveau marin, lorsque la plate-forme est submergée. Il est possible que l'activité turbiditique s'effectue principalement durant les périodes de remise en eau de la plate-forme carbonatée.

Les profils sismiques multi-traces haute-résolution montrent que des processus de déstabilisation en masse, s'exprimant sous forme de débrites, se sont également mis en place. Les données stratigraphiques préliminaires montrent que depuis le Miocène, les débrites se mettent en place préférentiellement en haut niveau marin relatif quand la plate-forme carbonatée est ennoyée et que la production carbonatée maximale permet à la fois une forte aggradation et de l'aggradation. La mise en place des contourites profondes est maximale lorsque la préservation des carbonates profonds est importante ce qui est acquis lors des périodes de changement de chimisme de l'eau de mer, en relation avec les grands mouvements géodynamiques de la zone.

Ainsi, les hauts niveaux marins relatifs montrent des augmentations des taux de sédimentation sur la pente en raison à la fois de la meilleure préservation des carbonates (eaux plus chaudes) et de l'augmentation de la fraction gravitaire resédimentée en raison de la productivité accrue sur la plate-forme. *A contrario*, le taux de sédimentation diminue durant les périodes de bas niveau marin relatif.

# VITESSE DE COURANT ET CONTOURITES DANS LE GOLFE DE CADIX

Thierry MULDER[(1)], Rim HASSAN[(1)], Emmanuelle DUCASSOU[(1)], Sébastien ZARAGOSI[(1)], Eliane GONTHIER[(1)], Vincent HANQUIEZ[(1)], Elodie MARCHÈS[(2)], Samuel TOUCANNE[(3)]

(1) Université de Bordeaux, UMR CNRS 5805 EPOC, avenue des facultés, 33405 Talence cedex, France
(2) Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM), rue du Chatellier, 29228 Brest cedex 2, France
(3) Ifremer, Géosciences Marines, BP 70, 29280 Plouzané, France
(@) t.mulder@epoc.u-bordeaux1.fr

Les associations de faciès dans des lames minces de sédiments indurés du Golfe de Cadix sous l'influence de la branche inférieure de la Veine d'eau Méditerranéenne ont été étudiées afin de préciser le modèle classique de contourite. Deux types d'environnements de dépôt sont présents : les plus fréquents sont les environnements de faible énergie permettant la mise en place de contourites fines silto-argileuses (drifts). Les environnements de haute énergie montrant des contourites grossières, sableuses ou graveleuses (chenaux contouritiques) sont plus rares. La distribution granulométrique est unimodale dans les contourites fines alors qu'elle est bi-ou tri-modale dans les contourites grossières. Ces changements granulométriques accompagnés de changements dans la nature des grains sont liés à la fois au vannage de la partie fine et au remplacement de la fraction grossière. Le caractère érosif des surfaces suggère bien que les changements de faciès sont liés à des changements de vitesse de courant mais l'apport de particules terrigènes nouvelles suggère l'adjonction de sources additionnelles (continentale ou érosion de chenaux sous-marins). Ceci confirme que si l'interprétation de l'évolution de la taille moyenne des grains au sein de la séquence de contourites fines en termes direct d'évolution des courants est acceptable, celle des contourites plus grossières peut faire intervenir une histoire plus complexe incluant des variations dans la trajectoire des masses d'eau, l'érosion de formations autochtones ou l'apport de source allochtones.

En conséquence, si l'évolution granulométrique et l'intensité de la bioturbation restent des critères faciologiques fondamentaux dans la reconnaissance des contourites, il est également nécessaire de tenir compte des éléments suivants :

1 - L'augmentation de la vitesse du courant permet le vannage de la fraction fine mais des variations rythmiques peuvent produire des alternances silt/argile ;

2 - Des laminations peuvent être présentes lorsque la vitesse du courant est importante, confirmant le dépôt des contourites essentiellement par *bedload* ;

3 - Le dépôt de la séquence n'est pas un phénomène continu mais peut être interrompu par des périodes de *by pass* marquées par la formation de contacts nets ou érosifs et soulignés par l'arrivée de particules grossières de nature différente ;

4 - Le concept de *sortable silt* peut être utilisé dans l'analyse des contourites mais doit être associé à la reconnaissance de la nature des grains constitutifs des dépôts.

# MODELISATION DE TROIS EVENEMENTS GRAVITAIRES PAR AUTOMATES CELLULAIRES

Thierry MULDER[(1)], Kevin SAMALENS[(1)], Philippe JOSEPH[(2)], Sébastien MIGEON[(3)], Vanessa TELES[(2)], Elsa TOURNADOUR[(1)]

(1) Université de Bordeaux, UMR 5805 EPOC, 33405 Talence cedex, France.
(2) IFPEN, 1& 4 avenue de Bois-Préau, 92852 Rueil-Malmaison cedex, France
(3) Géosciences-Azur
(@) t.mulder@epoc.u-bordeaux1.fr

De nouvelles simulations ont été réalisées à l'aide du logiciel CATS (Celular Automata Turbiditic System) utilisant le concept des Automates cellulaires. Les nouveaux développements du logiciel incluent une description verticale des concentrations de particules dans l'écoulement différentes pour chaque lithologie et la prise en compte de la capacité de l'écoulement à transporter les particules en suspension dans les processus d'érosion et de dépôt.

Les simulations ont été réalisés sur trois cas d'étude ayant pour caractéristiques d'avoir chacun un contrôle sédimentologique et un Modèle Numérique de Terrain de bonne qualité.

-En Baie des Anges (Nice), le glissement de 1979 qui possède une importante base de données sédimentologiques (plus de 40 carottages montrant des dépôts), une couverture en imagerie acoustique vaste et une base bibliographique fournie.

-Le long de la marge ouest du Bassin Ligure (Nice-Imperia), le glissement sous-marin associé au séisme historique « Ligure » (1887 ; Mw = 6,7) pour lequel des données sédimentologiques récentes ont été recueillies sur la pente continentale et dans le bassin (6 carottages, couverture bathymétrique, profils de sondeur de sédiment).

-Dans un contexte différent, le glissement et le courant de turbidité lié au passage de la tempête « Martin » en 1999 dans le Canyon de Capbreton sur la marge Atlantique.

Dans les trois cas, les données de simulations sont comparées aux données sédimentologiques ou, dans le cas des événements de 1979 et 1999, aux simulations réalisées avec des versions antérieures du logiciel.

# CONTEXTE TECTONO-SEDIMENTAIRE DU BASSIN DE FRANCEVILLE (GABON)

Thierry MULDER[1,@], †Jean-Louis FEYBESSE[2], François GUILLOCHEAU[3], Olivier PARIZE[2]

(1) Université de Bordeaux, UMR CNRS 5805 EPOC, avenue des Facultés, 33405 Talence cedex, France
(2) AREVA Mines, Direction des Géosciences, 1, place de la Coupole-Jean-Millier, 92084 Paris-La Défense, France.
(3) Géosciences Rennes, Université de Rennes-1, UMR CNRS 6118, campus de Beaulieu, 31042 Rennes cedex, France.
(@) t.mulder@epoc.u-bordeaux1.fr

Mises en place vers 2,1 Ga, les séries du Francevillien (Gabon) ont été étudiées depuis le milieu du XX$^{ème}$ siècle. Les premières synthèses ont servi à illustrer le classique modèle de différentiation lithologique (Lombard, 1956). Dans les années 80, la découverte des réacteurs naturels de fission d'Oklo, Okelobondo et Bangombe, montrent le contrôle stratigraphique de ces minéralisations uranifères. Elles suscitent des nouvelles études qui vont permettre de faire évoluer les idées sur le modèle sédimentologique, en particulier sur le lien entre environnement de dépôts, matière organique et concentration uranifère, tout en conservant le modèle initial d'évolution de bassin. Récemment la relance de l'exploration minière par AREVA et la découverte des premiers organismes coloniaux terrestres dans ces dépôts francevillien (El Abani *et al*, 2010), discutée (Donoghue & Antcliffe, 2010), ont montré la nécessité de replacer les formations sédimentaires dans un contexte tectono-sédimentaire approprié. L'établissement d'une cartographie actualisée (i) de nouvelles données, à la fois de nature sédimentologique et structurale, (ii) de l'intégration des données historiques et des nouveaux résultats lors de campagnes de prospection et de sondages, et (iii) de la prise en compte de toutes les datations disponibles, permet de revoir le modèle général d'évolution du bassin Francevillien. Sur sa bordure SO, le remplissage du bassin francevillien montre l'empilement vertical de trois Associations de Faciès (FA), toutes limitées de discordances cartographiques et ayant valeur d'unités lithostratigraphiques : reposant sur un socle archéen plus vieux que 2,7 Ga, (1) une série de dépôts fluviatiles (FA1), essentiellement composée de grès et de conglomérats, ensuite (2), sur une discordance datée vers 2,14 Ga, une série de dépôts marins littoraux, peu profonds (FA2), tout d'abord représentée par les grès bien triés, à nette influence tidale, puis par une épaisse série d'avant-plage, dominée par les houles de tempête, et enfin (3) une série, plus profonde, (FA3) dominée par des turbidites, vers la transition chenal-lobes (Parize *et al*, 2013). Dans ce secteur, ce remplissage ne serait pas plus récent que 2,085 Ga. La cartographie (Feybesse & Parize, 2011) et notre démarche tectono-sédimentaire permettent d'associer ces trois FA à trois phases successives de l'évolution du bassin francevillien, après une phase initiale de structuration (collapse). La première phase (T1) affecte l'ensemble des dépôts de FA1. Elle correspond à une phase transtensive bien exprimée dans la partie SO du bassin. L'augmentation du flux de chaleur suggère que cette phase soit liée à la dislocation du craton panafricain. Elle aboutit au basculement du bassin et au comblement de paléoravinements par les premiers dépôts de FA2. Ensuite, la seconde phase (T2), est associée à la discordance entre le dépôt de FA2 et celui de FA3, et correspond à une phase de raccourcissement qui fait rejouer les failles créées lors de T1. Cette phase T2 conduit à l'effondrement du bassin. Enfin, la phase T3, pouvant être datée entre 2,03 et 2,05 Ga, correspond, quant à elle, à la phase de compression finale (serrage). Elle serait postérieure à la mise en place de cherts. Ainsi, l'évolution générale du basin ne correspondrait plus à un modèle de comblement passif après une phase de structuration initiale, mais à l'évolution classique d'un bassin transtensif qui évolue rapidement en bassin d'avant pays de la Chaîne de l'Ogooué (2,12 Ga ; W. Central African Belt, Feybesse *et al*, 1998). Cette histoire tectono-sédimentaire confirmerait le caractère profond des dépôts qui hébergeraient les faunes d'organismes coloniaux.

# LE BROME DANS LES SEDIMENTS, UN NOUVEAU MARQUEUR DE LA QUANTITE DE MATIERE ORGANIQUE ET DE SON ORIGINE : METHODE ET EXEMPLES D'APPLICATIONS

Anne MURAT[1,@], François BAUDIN[2], Yann MEAR[1], Claire MARION[1], Mohamed CHAIBI[3], Khadija BERYOUNI[1], Agnès BALTZER[4], Jérôme THIEBOT[5], Stefano BERNASCONI[6], Emmanuelle DUCASSOU[7] et Emmanuel POIZOT[1]

(1) GEOCEANO LUSAC EA 4253, Cnam/Intechmer, Cherbourg.
(2) iSTeP, UMR 7193, Paris VI.
(3) Université Cadi Ayyad, Safi, Maroc.
(4) IGARUN, UMR 6554 LETG, Nantes
(5) LUSAC EA 4253, Cherbourg.
(6) ETHZ, Zürich.
(7) EPOC, Bordeaux 1.
(@) anne.murat@cnam.fr

Le brome (Br) est essentiellement sous forme organique dans les sédiments. Notre étude a porté sur l'analyse du Br par fluorescence RX et sur celle du Carbone Organique Total (COT) analysé par LECO CS 300, pour de nombreux environnements actuels et des paléoenvironnements (1) marins, rade de Cherbourg, marge du Zaïre, marge du Nil, (2) estuariens, filandres de l'estuaire de la Seine, estuaire de la Rance, port de Cherbourg, ou lagunaires, lagune de Oualidia au Maroc, (3) continentaux, suspensions et sédiments de lacs (Ospédale, Talza), de rivières (la Risle, la Divette, la Rance), et tourbes (tourbière de Nacqueville).

Dans le cas des environnements actuels, pour des petites zones géographiques, donc quand il y a unité de temps et de lieu et que le milieu est homogène pour les sources de matière organique, nous avons mis en évidence une corrélation linéaire forte entre Br et COT. Les droites de corrélation obtenues convergent vers zéro. En l'absence de Matière Organique (MO), il n'y a pas de Br. Le brome peut donc être utilisé comme marqueur quantitatif de la MO.

Le rapport Br/COT donne accès à l'origine de la MO. Le brome est un élément majeur de l'eau de mer, le septième en abondance. Il est également considéré comme conservatif, son rapport à la salinité est constant. La MO produite en milieu marin est donc riche en brome. A l'inverse, l'eau douce en contient très peu et la MO terrigène est pauvre en brome. Le rapport Br/COT peut être utilisé comme un indicateur de la salinité du milieu où la MO a été produite et donc de l'origine marine ou terrigène de la matière organique. Ce nouveau marqueur peut trouver de multiples applications (1) reconstitution de paléoenvironnements, par exemple mise en évidence de cycles organiques liés à la précession dans les dépôts de Méditerranée orientale, (2) identification et quantification des sources marines et terrigènes de MO sur une marge, exemple de la marge du Zaïre, (3) mise en évidence de gradients de salinité, exemple de la lagune de Oualidia et des sapropèles de Méditerranée.

Le brome est non conservatif, avec le temps, le rapport Br/COT diminue. Cet effet est très faible sur un million d'années et les recherches futures sur des périodes de temps plus longues devront déterminer la cinétique du processus. Le rapport Br/COT deviendra peut-être un marqueur de la diagenèse de la matière organique.

# LA MATIERE ORGANIQUE SUR UNE MARGE CONTINENTALE : COMBIEN, OU ET POURQUOI ? EXEMPLE DE LA MARGE DU NIL

Anne MURAT[1,@], François BAUDIN[2], Jean-Robert DISNAR, Stefano BERNASCONI[3], Emmanuelle DUCASSOU[4] et Emmanuel POIZOT[1]

(1) GEOCEANO LUSAC EA 4253, Cnam/Intechmer, Cherbourg.
(2) iSTeP, UMR 7193, Paris VI.
(3) ETHZ, Zürich.
(4) EPOC, Bordeaux 1.
(@) anne.murat@cnam.fr

L'objectif est de comprendre comment la variabilité des sources, des mécanismes de transport/dépôt, de la dégradation/préservation au cours du transport et à l'interface eau-sédiment, influence la quantité et la qualité de la Matière Organique (MO) dans les sédiments, du haut au bas de la marge continentale.

La marge du Nil présente l'intérêt d'une double source de MO, terrigène (le Nil) et marine (la Méditerranée), d'une alternance de dépôts continus pélagiques à hémipélagiques et de dépôts évènementiels turbiditiques ou de crues, d'une colonne d'eau oxique ou stratifiée/anoxique selon la période. Parmi la centaine de carottes disponibles pour l'équipe, nous avons choisi de travailler sur quatorze et sélectionné une centaine d'échantillons représentatifs de quatre faciès, deux pour la sédimentation évènementielle (turbidites et dépôts de crue) deux pour la sédimentation continue en fonction des caractéristiques de la colonne d'eau (dépots oxiques et sapropèles). Dix paramètres ont été utilisés, pour la quantification de la MO (COT), la caractérisation de la MO (IO, IH, Tmax, $\delta^{13}$Corg, $\delta^{15}$N, Ntot, COT/Ntot, l'identification des apports pélagiques/hémipélagiques (Cmin) et l'évolution du haut vers le bas de la marge (profondeur).

Pour la sédimentation évènementielle, la MO terrigène est dominante, il n'y a pas ou très peu de dégradation en milieu marin, le mécanisme de transport/dépôt hypo ou hyperpycnique n'a pas d'influence sur la quantité et la qualité de la MO. Les niveaux de crue suffisamment épais pour être échantillonnés et les niveaux turbiditiques profonds sont représentatifs des suspensions du fleuve dont ils sont issus. Les niveaux déposés en bas de marge sont les plus riches en MO.

Pour la sédimentation continue pélagique/hémipélagique, la MO marine est dominante. Deux voies de dégradation de la MO aboutissent à la préservation de molécules organiques différentes. En milieu oxique, la MO subit une dégradation d'autant plus poussée que le temps de résidence dans la colonne d'eau est important et donc la profondeur forte. À l'inverse, quand une stratification s'installe et même si elle n'est pas permanente, la préservation de la MO augmente avec la profondeur. En effet, les conditions anoxiques qui favorisent cette préservation se développent à partir de l'interface eau-sédiment et existeront de manière stable d'abord dans les zones les plus profondes. Le bas de la marge est donc plus fréquemment en conditions anoxiques et les dépôts sapropéliques y sont particulièrement riches en MO.

Sur la marge du Nil, 3 faciès sont enrichis en MO, les dépôts de crues et les turbidites (COT de 1,2% en moyenne sur les derniers 140 000 ans) et les sapropèles (COT moyen de 2,4% pour une profondeur de 1500 m avec une gamme de 1% pour le S1 à 1000 m jusqu'à 7% pour le S5 à 2400 m de profondeur). Les causes de cet enrichissement sont variées : transports sédimentaires très rapides, courants de turbidité hyperpycnaux et néphéloïdes de surface hypopycnaux qui permettent à la MO terrigène d'être préservée par un enfouissement rapide, développement de conditions anoxiques liées à la stratification de la colonne d'eau. Quand la MO est préservée, quels que soient son origine (marine ou terrigène) et le mécanisme de transport/dépôt, c'est toujours en bas de marge qu'elle l'est le mieux.

# INFLUENCE DES NIVEAUX RICHES EN MATIERE ORGANIQUE SUR L'EVOLUTION DIAGENETIQUE DES FRONTS REDOX ET DES ASSOCIATIONS MINERALOGIQUES : PREMIERS RESULTATS

Anne MURAT[1,@], Daniel BEAUFORT[2], Sabine PETIT[2], François BAUDIN[3], Stefano BERNASCONI[4], Emmanuelle DUCASSOU[5] et Emmanuel POIZOT[1]

(1) GEOCEANO LUSAC EA 4253, Cnam/Intechmer, Cherbourg.
(2) Hydrasa, IC2MP UMR 7285, Poitiers.
(3) iSTeP, UMR 7193, Paris VI.
(4) ETHZ, Zürich.
(5) EPOC, Bordeaux 1.
(@) anne.murat@cnam.fr

Depuis 2011, une thématique de recherche "matières organique et minérale associées" se développe dans le cadre de l'atelier "Fluides - MO - MM" d'Action Marges. Nous proposons d'étudier la Matière Organique (MO) comme acteur de transformations minéralogiques. La Méditerranée, et la marge du Nil en particulier, apparaît comme une zone particulièrement intéressante pour cette thématique, où l'extrême variabilité temporelle des conditions de sédimentation donne accès à l'étude de l'ensemble des paramètres connus pour influencer la préservation de la MO dans les sédiments et donc la formation de roches mères potentielles : sources, mécanismes de transport/dépôt (sédimentation pélagique à hémipélagique, évènements turbiditiques, crues…), et environnement de dépôt (bassin stratifié anoxique ou marin ouvert oxique, profondeur, taux de sédimentation,…). La Méditerranée est un bassin idéal pour aborder la thématique de l'éogenèse des argiles. Ces premières réactions minérales complexes qui opèrent dès le dépôt et dans les premières centaines de mètres de la colonne sédimentaire sont encore mal connues en particulier pour tout ce qui concerne la diagenèse silicoclastique. L'éogenèse des argiles est dépendante de la quantité et de la qualité de la MO et des conditions de sa dégradation/préservation, de la minéralogie initiale, des conditions redox et de leur évolution temporelle. L'aspect cinétique est important, les transformations minéralogiques pouvant être très rapides si l'environnement change brutalement, ou très lentes dans un milieu plus stable.

Le cortège minéralogique des apports du Nil est dominé par la smectite et la kaolinite, deux minéraux argileux sensibles aux changements environnementaux.

Nous avons choisi de focaliser d'abord la thématique sur les niveaux enrichis en MO (sapropèles) et les fronts redox associés. Les premiers résultats obtenus sur la carotte MD042723 (36 mètres pour 1,2 millions d'années) nous ont permis d'établir que les fronts redox existent pour chaque cycle organique et sont plus complexes que nous ne le supposions. Le manganèse, élément particulièrement sensible aux conditions redox et qui migre post dépôt en fonction de ces conditions, présente une succession de pics au-dessus, en dessous ou le plus souvent les 2 du niveau enrichi en MO. Si l'on excepte le front redox subactuel, les concentrations ont tendance à augmenter avec l'âge, ce qui pourrait indiquer que les migrations se poursuivent. Les minéraux argileux ont été étudiés de manière détaillée pour 7 cycles ceux des sapropèles S1, S3, S5, S6, S9, S12 et S28. Les échantillons se répartissent en 2 groupes. Le premier pourrait être représentatif des apports du Nil (Smectite/Kaolinite<2,2 et Cristallinité Kaolinite < 0,19 °2théta), le second d'une évolution minéralogique (Smectite/Kaolinite>2,7 et Cristallinité Kaolinite > 0,20 °2théta). Les échantillons du deuxième groupe contiennent les niveaux les plus enrichis en Mn mais si pour certaines séquences simples (pas de niveau oxydé et un pic de Mn seulement sous le sapropèle) la correspondance est parfaite, pour d'autres plus variées (plusieurs pics de Mn à la fois au-dessus et en dessous), les relations lithologiques, minéralogiques et géochimiques sont plus complexes.

# DECIPHERING THE EARLY PALAEOZOIC CLIMATE FROM THE GLOBAL $\delta^{18}O$ VARIATIONS

Elise NARDIN[(1,@)]

(1) Géosciences Environnement Toulouse, Observatoire Midi-Pyrénées, CNRS, 14 av. E. Belin, 31400 Toulouse, France
(@) elise.nardin@get.obs-mip.fr

The early Palaeozoic climate was for a long time interpreted as a monotonous greenhouse, interrupted by a short glacial peak at the Hirnantian. However this hypothesis has been recently redesigned as an Ordovician long-term cooling trend leading to a Hirnantian-Middle Silurian glacial period, based on global rise in $\delta^{18}O_{carb}$ and $\delta^{18}O_{phos}$, general increase in the pole-equator climatic gradient, punctual glaciological markers, supposed glacioeustatic sea-level changes and modelling studies. Uncertainties concern six cold periods (presence of glaciers in high latitude regions) in the late Floian, mid Darriwilian, early-mid Katian, early Sheinwoodian, mid Homerian, and late Ludfordian (glacio-eustatic changes but no glaciogenic record) and the warmer late Katian Boda Event.

Next challenges are to validate the supposed cold and warm periods (with no sedimentologic record), to distinguish local from global events, and to evaluate the timing and the tempo of the climate changes (onsets and offsets), using other proxies such as exhaustive databases of $\delta^{18}O$ measurements on carbonate and apatite, and spatio-temporel inventories of the $\delta^{13}C$ excursions and of the biological and stratigraphic events for the Cambrian to Silurian period.

Preliminary results reassert the Cambrian-Katian increase and the Silurian plateau for both tropical $\delta^{18}O_{carb}$ and $\delta^{18}O_{phos}$. Positive peaks of $\delta^{18}O$ confirm the Hirnantian-Rhuddanian (glaciogenic evidence), Sheinwoodian and Homerian (bioevents and sea-level fall), as global glacial/cold events. The Aeronian glacial period is not highlighted by the tropical $\delta^{18}O$ signals, suggesting its local scale, as well as all the other inferred climatic events. Reconstructed temperature using both $\delta^{18}O$ signals could match with a glacial period during the late Sandbian-Rhuddanian and the Sheinwoodian-Ludfordian intervals.

Strong discrepancies between the Cambrian-mid Ordovician $\delta^{18}O_{phos}$ and $\delta^{18}O_{carb}$ signals however question the validity of one of the used $\delta^{18}O$ as paleothermometer and also the assumption on the $\delta^{18}O_{seawater}$.

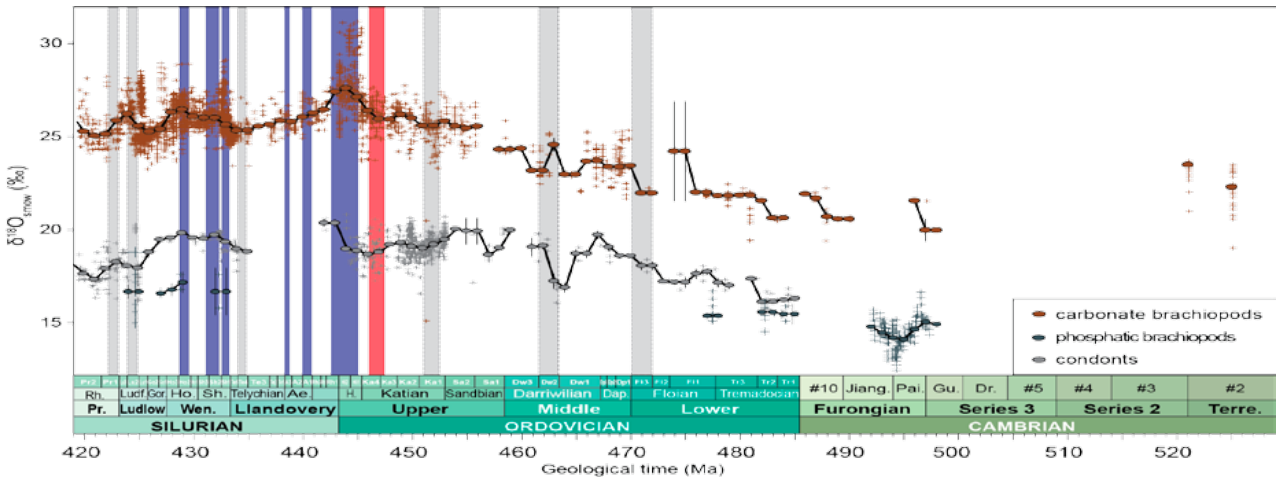



*Figure 1. Distribution of the $\delta^{18}O_{carb}$ on articulate brachiopods and $\delta^{18}O_{phos}$ on conodonts and inarticulate brachiopods through the Cambrian-Silurian period, superimposed to the supposed and evidenced climatic events. $\delta^{18}O_{carb}$ values, originally in PDB, have been transformed into SMOW.*

# RECONSTITUTION PALÉO-ENVIRONNEMENTALE DES DÉPÔTS PALÉOPROTÉROZOÏQUES DE LA COUPE DE MIKOULOUNGOU (GABON).

Alexis NDONGO[1,@], Emmanuelle VENNIN[1],
Jean-François BUONCRISTIANI[1], Michel GUIRAUD[1]

(1) UMR CNRS 6282 Biogeociences, 6 Bd. Gabriel, 21000 Dijon, France
(@) alexis.ndongo@u-bourgogne.fr

La série du Francevillien affleure dans le bassin de Franceville, situé dans le sud-est Gabon. Elle est constituée de dépôts volcano-sédimentaires peu déformés et non métamorphisés, sur 1000 à 4000 mètres d'épaisseur (Gauthier-Lafaye et Weber, 2003). Cette série est classiquement définie de la base au sommet par cinq unités stratigraphiques qui correspondent à la succession FA, FB, FC, FD et FE (Weber, 1969). Le secteur de Mikouloungou est situé dans la partie centrale du bassin de Franceville. Il s'agit d'un bassin intracratonique d'âge (2.15 Ga), qui s'est mis en place pendant l'orogenèse Eburnéenne (2.5-2.0 Ga) (Bonhomme et al., 1981; Feybesse et al., 1998).

Notre étude s'intéresse à la partie supérieure de la formation basale (FA) du Francevillien. Les travaux menés sur cette formation dans d'autres secteurs du bassin, décrivent des environnements fluviatiles et deltaïques en contexte de transgression marine (Haubensack, 1982 ; Gauthier-Lafaye, 1986 ; Gauthier-Lafaye et Weber, 1989).

L'objectif de ce travail est de définir les environnements de dépôt lors de la mise en place du FA supérieur dans le secteur de Mikouloungou. Les observations sédimentologiques des affleurements et des carottes, définissent sept lithofaciès. Ces derniers sont essentiellement composés de grès massifs grossiers à très grossiers (Sm), de grès à structures en auges (St), de grès grossiers à litages obliques (Sp), de grès grossiers à moyens à litages obliques entrecroisés (Sr), de grès à litages parallèles plans (Sh) et enfin de niveaux silto-argileux à rides grimpantes et lamines planes (Fl ; Fm). Les lithofaciès ont été regroupés en quatre associations de faciès dont les interprétations environnementales sont les suivantes : (1) MFa.1, composé de lithofaciès Sm, St, et Sp, est caractéristique de chenaux fluviatiles ; (2) MFa.2, comprend les lithofaciès St, Sp et Sr qui définissent des barres d'accrétion fluviatiles ; (3) MFa.3 est constitué du lithofaciès Sh qui correspond à des dépôts de levée ou de crevasse ; (4) MFa.4 est formé par les lithofaciès Fl et Fm qui sont caractéristiques des dépôts de débordement et de plaine alluviale.

A Mikouloungou, les associations de faciès se repartissent en deux ensembles sédimentaires séparés par une surface d'érosion majeure. Le premier ensemble inférieur est caractérisé par une alternance des associations de faciès MFa.2 et MFa.3, que nous interprétons comme une succession de séquences fluviatiles incomplètes (barres d'accrétion, levées et fines passées argileuses). Le second ensemble supérieur est par contre constitué de chenaux érosifs (FMa.1), passant verticalement et latéralement à des dépôts fins de débordement et de plaine alluviale ou deltaïque (FMa.4).

Références :

- Weber, F., 1969, Une série précambrienne du Gabon: le Francevillien, sédimentologie, géochimie, relations avec les gîtes minéraux. Thèse d'état de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg, 340 p.
- Gauthier-Lafaye, F., Weber, F., 1989, The Francevillian (Lower Proterozoic) uranium ore deposits of Gabon. Economic Geology, 84, 2267-2285.
- Feybesse, J.L., Johan, V., Triboulet, C., Guerrot, C., Mayaga-Mikolo, F., Bouchot, V., Eko Ndong, J., 1998, The West Central African belt: a model of 2.5-2.0 Ga accretion and two-phase orogenic evolution. Precambrian Research, 87, 161-216.

# PALEOENVIRONMENTAL CONDITIONS ACROSS THE CENOMANIAN-TURONIAN BOUNDARY IN CENTRAL TUNISIA AS SEEN IN BIOSEDIMENTARY SIGNATURES

Mohamed Hédi NEGRA[1,@], Wafa CHERIF[1], Julio SEPÚLVEDA[2], Cao CHANGQUN[3], Jihene BEJAOUI[1], Daniele GROSHENY[4], Jalel JABALLAH[1]

(1) UR Pétrologie sédimentaire et cristalline, Université de Tunis El Manar, Faculté des Sciences de Tunis, Campus Universitaire, 2092, Manar II, Tunis.
(2) Department of Earth, Atmospheric and Planetary Sciences, Massachusetts Institute of Technology, 45 Carleton Street, E25-623, Cambridge, MA 02142, USA
(3) Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences, China
(4), Université de Lorraine UMR CNRS 7359 Géoressources - BP 70239 F 54506 Vandoeuvre lès Nancy Cedex
(@) hedinegra@yahoo.fr

In central Tunisia, sedimentary deposits near the Cenomanian-Turonian boundary (CTB) are characterized by well-bedded, organic-rich and fine-grained limestones alternating with marls and marlstones. In the Ain Zarga section, located at the Dahmani area, about 50km to the South of El Kef city, "black shales" comprising the Bahloul Formation exhibit vertical changes in biofacies, organic matter composition, and preservation conditions. We use a multidisciplinary approach based on a detailed logging of the Cenomanian-Turonian black shales, in addition to petrographical and geochemical analyses, including $CaCO_3$ and TOC content, stable carbon isotopes in carbonate, and biomarkers, to identify variations in depositional conditions linked to paleoclimatic events associated with the CTB.

The TOC values up to 4% within the CTB provide evidence for elevated marine productivity of pelagic microorganisms and/or favored preservation under reducing conditions, probably in an oxygen minimum zone. The $\delta^{13}C$ ranged between +1 and +2.7 ‰, and exhibited two positive excursions. The most prominent coincided with the first occurrence of black-shale beds and evidence for a transgressive event. The second excursion occurred near a highly bioturbated, condensed surface rich in ammonite molds interpreted as a maximum flooding surface. The preliminary analysis of *n*-alkanes shows a predominance of short-chain homologues indicative of predominantly marine organic matter, and sedimentation under high productivity. The occurrence of long-chain *n*-alkanes suggests that the marine realm was episodically disturbed by elevated terrestrial input, possibly in response to variation in continental hydrology.

In summary, alternations in biofacies are related to climate variability in this area. The proliferation of pelagic microorganisms and the abundance of "filaments" in the Bahloul black shales is consistent with previous results from the Oued Bahloul area (Caron, et al., 2006; Zagrarni et al, 2008; Negra et al., 2011), and reflect a global scale sea-level rise since the mid-Cretaceous. The latter has been interpreted as a time of transition in the nature of the ocean-climate system (Leckie et al. 2002). Warmer temperatures during the CTB must have influenced ocean circulation, water column stratification, and nutrient partitioning. The occurrence of organic-rich facies points to periodic eutrophication of the surface waters and to anoxic conditions on the sea bottom (Caron et al., 1999; Zagrarni et al. 2008; Van Buchem et al., 2002).

# APPORT DE L'ETUDE DE LA MATIERE ORGANIQUE DE SEDIMENTS ARCHEOLOGIQUES A LA RECONSTITUTION DU TANNAGE

Thanh Thuy NGUYEN TU[1,@], Cécilia CAMMAS[2], Raphaël CLOTUCHE[3], Jean-François GORET[4], Géraldine TEYSSEIRE[3], Marion PLESSIS[1], Katia GRIRA[1], Thomas REBAUD[1], Sylvie DERENNE[1]

(1) BioEMCo UMR 7618, UPMC CC120, 4 place Jussieu, 75 252 Paris cedex 05
(2) Inrap UMR 5140, DMOS AgroParisTech, 78850 Thiverval-Grignon
(3) ArScAn UMR 7041, Inrap-Paris X Nanterre
(4) Unité d'Archéologie de la Ville de Saint-Denis
(@) ttnguyen@snv.jussieu.fr

La caractérisation de la matière organique (MO) contenue dans les sédiments archéologiques pourrait aider à préciser la nature d'activités artisanales anciennes, notamment à identifier les opérations techniques et les produits qui les définissent. Cette première étude basée sur une approche intégrée couplant micromorphologie et géochimie, vise à mieux documenter une activité complexe : le tannage. Le cuir est utilisé depuis les temps préhistoriques mais les procédés de tannage, qui consistent à transformer les peaux animales en cuir, sont mal documentés avant l'époque médiévale. Cependant, il semble que les principales étapes du tannage aient peu varié au cours du temps. Elles consistaient en des bains successifs dans des solutions variées. La littérature fait mention de nombreuses substances organiques et minérales utilisées tout au long du tannage mais leur utilisation reste mal connue, notamment à l'époque romaine. Le trempage des peaux étaient effectué dans des fosses cuvelées creusées directement dans le sol. Au fond de ces fosses, des sédiments associés à leur utilisation sont souvent préservés, recouverts par des dépôts ultérieurs.

Cette étude est donc axée sur la caractérisation de la MO de fosses de tannages archéologiques pour mieux comprendre les procédés de tannage au cours de l'histoire humaine. Deux fosses ont été étudiées : (1) une fosse de référence de l'époque médiévale qui a été formellement identifiée comme une fosse de tannage (Saint-Denis, Ile de France, 16$^{ème}$ siècle ap. J.C.), et (2) une fosse de l'époque romaine provisoirement identifiée comme une fosse de tannage du fait de sa proximité avec une rivière et une boucherie (ville romaine de Famars, Nord, 3$^{ème}$ siècle ap. J.C.). Les sédiments du fond des deux fosses ont été prélevés, observés au microscope en lames minces et analysés pour leur contenu en carbone, azote, phosphore et biomarqueurs lipidiques.

Les caractérisations micromorphologiques et chimiques de ces fosses sont en cours et restent à confirmer. Néanmoins, des signatures micromorphologiques et chimiques complémentaires semblent se dessiner pour la fosse de référence de Saint-Denis. Des stérols animaux et des pseudomorphoses de poils sont en accord avec la présence de peaux animales dans la fosse. Des fragments de chaux suggèrent de l'épilage des peaux à la chaux. Le coprostanol semble indiquer un déchaulage des peaux avec des solutions de déjections animales. Les fragments de plantes et biomarqueurs végétaux seraient en accord avec l'utilisation d'un agent tannant végétal. La présence friédeline, connue notamment dans le chêne, pourrait témoigner de l'utilisation d'écorce de chêne pour le tannage. La plupart des constituants organiques identifiés dans la fosse de référence de Saint-Denis ont également été identifiés à Famars. Les constituants microscopiques et les biomarqueurs identifiés seraient donc compatibles avec l'utilisation de la fosse de Famars comme fosse de tannage. De plus, la matrice phosphato-calcaire et les molécules organo-phosphatées identifiées pourraient indiquer un échaulage puis un rinçage des peaux avec des solutions de déjections animales. Il semble donc que les caractérisations micromorphologiques et géochimiques de la MO contenue dans les sédiments archéologiques pourraient apporter des informations complémentaires, permettant de préciser la nature des produits utilisés et la chaîne opératoire d'une activité artisanale complexe telle que le tannage.

# LE MAGNETISME DES SEDIMENTS, UNE METHODE PIONNIERE DE TRACAGE DES REJETS DE DRAGAGE EN MER

Jean NIZOU[(1,@)], François DEMORY[(2)], Jean-Claude DAUVIN[(1)], Patrick LESUEUR[(1)]

(1) UMR CNRS M2C, Univ. Caen – Basse Normandie, 24 rue des Tilleuls, 14000 Caen, France
(2) CEREGE-UMR 6635, Europole de l'Arbois BP 80, 13545 Aix en Provence cedex 4, France
(@) jean.nizou@unicaen.fr

Le clapage en mer est une méthode de gestion des sédiments de dragage consistant à déverser des sédiments dans une zone d'immersion spécifique. Les perturbations que peuvent engendrer de telles opérations sur les environnements marins sont une problématique scientifique majeure tant du point de vue de l'impact hydro-sédimentaire que de l'impact biologique. De plus, ces opérations d'entretien présentent la spécificité d'avoir des implications majeures en termes de politique de gestion de l'environnement marin.

L'étude a pour but de suivre l'impact hydro-sédimentaire du clapage expérimental en Baie de Seine de deux millions de mètres cubes de sédiments dragués au titre de l'entretien du chenal de navigation du port de Rouen. La complexité de cette problématique écologique et scientifique provient du fait que la source et le substrat (i.e. sédiments en place) sur lequel les sédiments sont déposés sont de nature chimique et minéralogique proches. De plus, l'intense mélange de sédiments provoqué par le fort hydrodynamisme régnant dans l'estuaire et la baie de Seine ajoute à la complexité de la problématique. Notre objectif est de tester un nouveau marqueur de l'activité anthropique dans un milieu déjà fortement anthropisé, i.e. les propriétés magnétiques des sédiments.

Les propriétés magnétiques (i.e. susceptibilité en champ faible, aimantation rémanente anhystérétique, isothermale et isothermale à saturation) de dix échantillons de sédiments provenant des sites de dragage ont été déterminées. Avant clapage des sédiments, la caractérisation magnétique du substrat de la partie orientale de la Baie de Seine (i.e. domaine estuarien et côtier) a été effectuée à l'aide de 150 prélèvements à la benne et 7 carottages d'interface. Le même protocole d'échantillonnage et d'analyse a été observé immédiatement et trois mois après clapage.

Les différents paramètres magnétiques qui ont été déterminés ont permis de discriminer les échantillons clapés de ceux du substrat. Les sédiments clapés présentent des susceptibilités et une granulométrie de la fabrique magnétique plus importante que les sédiments du substrat. Ces résultats ont permis d'établir trois cartes de susceptibilités du substrat de la partie orientale de la Baie de Seine afin de tracer les impacts hydrosédimentaires du clapage sur une période de trois mois.

Dans un futur proche, cette étude fera l'objet d'un suivi sur une année complète afin d'étudier l'impact (1) des phénomènes de remobilisation et dispersion des sédiments clapés par les courants marins et (2) des phénomènes de diagénèse précoce, sur la qualité du signal magnétique à l'échelle annuelle. A plus longue échéance, la méthode pourrait être appliquée à d'autres estuaires et permettre des comparaisons en termes de transferts sédimentaires et de diagénèse précoce.

# ÉVOLUTION DIAGÉNÉTIQUE DE COQUILLES DE MOLLUSQUES EN CONTEXTE ARCHÉOLOGIQUE : LES PATELLES DE LA GROTTE EL HARHOURA 2 (TÉMARA, MAROC).

Julius NOUET[1,@], Corinne CHEVALLARD[2], Bastien FARRE[3], Gernot NEHRKE[4], Emmanuelle STOETZEL[5], Roland NESPOULET[5]

(1) Université Paris Sud, IDES UMR 8148, bâtiment 504, campus universitaire, 91405 Orsay cedex, France
(2) CEA, IRAMIS, UMR SIS2M 3299, LIONS, CEA-Saclay, F- 91191 Gif-sur-Yvette, France
(3) Institut des Sciences de la Terre d'Orléans, UMR 7327, 1A, rue de la Férollerie 45071 Orléans cedex 2
(4) Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Am Handelshafen 12, 27570 Bremerhaven, Germany
(5) Muséum national d'histoire naturelle, Département de Préhistoire, UMR 7194, bâtiment 48 - Géologie, 43 rue Buffon, 75005 Paris, France
(@) julius.nouet@u-psud.fr

Le site d'El Harhoura 2 fait partie d'un ensemble de grottes situé sur la côte atlantique nord du Maroc, à proximité de la localité de Rabat-Témara. A la suite de plusieurs campagnes de fouilles, son contexte archéologique est maintenant bien établi : une occupation humaine intermittente est notamment avérée depuis le Paléolithique moyen (Atérien) jusqu'au Néolithique (~105 ka à 5 ka). Le site a par ailleurs fourni un nombre conséquent d'os de la faune et de la microfaune, qui ont servis de base à de nombreuses études (paléoécologiques, archéozoologiques, taphonomiques, etc.), ainsi que de nombreuses coquilles de mollusques.

On trouve en particulier, au sein du niveau 8 (daté entre 92 +11/-9 ka par ESR-Uth, et 106.7 +/- 6.6 ka par OSL), une forte accumulation de coquilles de *Patella sp.,* issue des activités de collecte des populations humaines atériennes. Très peu exposées aux processus d'érosion, de fragmentation et de diagénèse précoce qui, habituellement, altèrent très rapidement les coquilles en milieu marin, enfouies rapidement dans un contexte favorisant leur conservation (grotte calcaire), ces coquilles se sont révélées particulièrement bien préservées : elles constituent un cas d'étude très intéressant pour l'analyse des premières étapes de leur évolution diagénétique – et en particulier, les mécanismes taphonomiques affectant le type microstructural foliée-croisée, spécifique des Patellinae, que l'on ne retrouve ainsi que dans les coquilles des représentants de cette famille.

Afin de préciser leur état de préservation, plusieurs techniques de caractérisations microstructurales et biochimiques in situ sont utilisées (microscopies optique, électronique et de force atomique, microspectroscopie confocale Raman, colorations, etc.), ainsi que des caractérisations de la phase organique résiduelle extraite des coquilles (HPLC, GC). Une comparaison systématique est réalisée avec des coquilles de *Patella vulgata* (Patellogastropoda, Patellidae) modernes.

Les résultats permettent de mettre en évidence certains mécanismes taphonomiques affectant ce type de microstructures, décelables uniquement à très fine échelle (et nécessitant ainsi des techniques analytiques résolutives), mais aussi de répondre à quelques questions concrètes : il nous est ainsi possible de mieux préciser les habitudes culinaires des populations littorales atériennes (à savoir, notamment, si ces mollusques ont été cuits ou non avant d'être consommées).

# ENREGISTREMENT SISMO-STRATIGRAPHIQUE DES SÉDIMENTS DU LAC-SAINT-JEAN (QUEBEC, CANADA) : UN EXEMPLE D'ÉVOLUTION SÉDIMENTAIRE LACUSTRE DOMINÉE VAGUE

Alexis NUTZ[1,@], Jean-François GHIENNE[1], Mathieu SCHUSTER[1], Raphaël CERTAIN[2], Nicolas ROBIN[2], Claude ROQUIN[1], Olivier RAYNAL[2], Frédéric BOUCHETTE[3], Philippe DURINGER[1], Pierre A. COUSINEAU[4]

(1) Institut de Physique du Globe de Strasbourg (IPGS) - UMR 7516, CNRS/Université de Strasbourg (UdS), Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre (EOST), 1 rue Blessig, 67084 Strasbourg cedex, France.
(2) CEFREM-Université de Perpignan Via Domitia, 52 avenue Paul Alduy, 66860 Perpignan Cedex 9, France.
(3) GEOSCIENCES-M, Université Montpellier II et CNRS, cc 60, Place Eugène Bataillon, 34095 Montpellier cedex 5, France.
(4) Centre d'étude sur les Ressources minérales (CERM), Sciences de la Terre, Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi, QC G7H 2B1, Canada.
(@) alexis.nutz@etu.unistra.fr

Plus de 300 km de lignes sismiques Chirp 2D ont permis de documenter la stratigraphie Quaternaire tardi- à post-glaciaire du Lac Saint-Jean (Québec, Canada). L'intégralité de la succession de déglaciation est observée, depuis des accumulations associées au retrait glaciaire wisconsinien jusqu'à la dynamique actuelle du Lac Saint-Jean. Dans sa partie inférieure, cette succession comprend des accumulations de sable d'origine glaciaire (*ice-contact fan*) scellées par des argiles d'abord d'origine glacio-marine puis pro-deltaïque qui atteignent 45 m d'épaisseur.

Au-dessus, un changement majeur de la dynamique sédimentaire est révélé par des structures majoritairement érosives, associées à des accumulations de sédiments isolés en fond de lac. Trois groupes de structures ont été différenciés. Le premier groupe correspond à des architectures sédimentaires associées à des écoulements hyperpycnaux récurrents, qui ont généré des incisions chenalisées profondes en zone proximale (embouchures), des contourites en zone intermédiaire et des lobes en zone distale. Le second groupe indique une dynamique littorale importante liée aux vagues sous la forme de profil de shoreface. Enfin, le troisième groupe met en évidence la présence de courants de fond à l'origine de surfaces d'érosions importantes en domaine profond, de contourites et de la mise en place d'une plate-forme progradante.

Les morphostructures sédimentaires associées aux vagues sur la bordure du lac et celles associées au courants de fond suggèrent une circulation interne généralisée au sein du Lac Saint-Jean attribué à l'action du vent sur la surface de l'étendue d'eau, générant à la fois des structures littorales et profondes, généralement peu étudiées dans les systèmes lacustres.

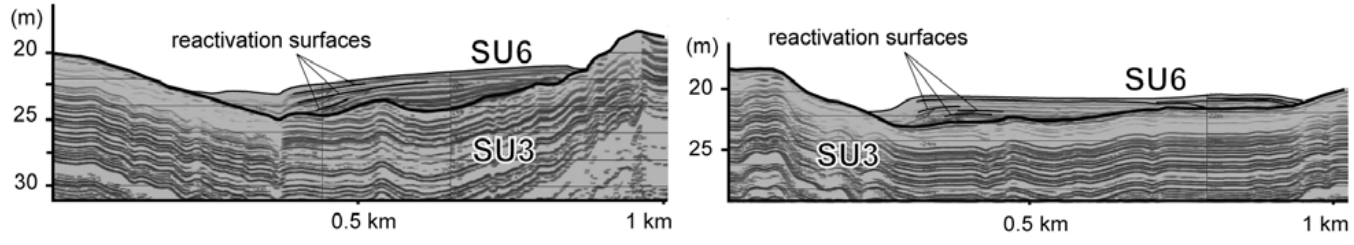



*Fig. 1.Sediment drifts mis en place par l'intermédiaire de courant de fond sur un haut bathymétrique au fond du Lac Saint-Jean (Québec, Canada)*

# CONTRIBUTION A LA CARACTÉRISATION DES CORTEGES DE RÉGRESSION FORCÉE FINI-GLACIAIRE : EXEMPLE DE LA SÉQUENCE DE DÉGLACIATION QUATERNAIRE DU LAC SAINT-JEAN (QUEBEC, CANADA)

Alexis NUTZ[1,@], Mathieu SCHUSTER[1], Jean-François GHIENNE[1], Frédéric BOUCHETTE[2], Claude ROQUIN[1], Philippe DURINGER[1], Pierre COUSINEAU[3]

(1) Institut de Physique du Globe de Strasbourg (IPGS) - UMR 7516, CNRS/Université de Strasbourg (UdS), Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre (EOST), 1 rue Blessig, 67084 Strasbourg Cedex, France
(2) GEOSCIENCES-M, Université Montpellier II et CNRS, cc 60, Place Eugène Bataillon, 34095 Montpellier cedex 5, France.
(3) Centre d'étude sur les Ressources minérales (CERM), Sciences de la Terre, Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi, QC G7H 2B1, Canada.
(@) alexis.nutz@etu.unistra.fr

En domaine précédemment englacé, les séquences de déglaciation Quaternaire prennent la forme de successions grano-croissantes résultant d'un ennoiement post-glaciaire rapide, suivi d'une émersion progressive par régression forcée contrôlée par les effets du rebond glacio-isostatique. La succession tardi-Pléistocène et Holocène du bassin du Lac Saint-Jean (Québec) en est un exemple remarquable.

Suite au retrait de la calotte wisconsinienne, l'ensemble du bassin est ennoyé par les eaux marines avant 12,9 Cal ka BP pour former le Golfe de Laflamme. A ce moment, l'ensemble du système était soumis à un fort rebond glacio-isostatique entraînant une chute rapide du niveau de base (1,5 à 2 $cm.an^{-1}$) et une sédimentation de régression forcée. Vers 8,5 Cal ka BP, le Golfe de Laflamme a ainsi été déconnecté du domaine marin ouvert par l'émergence d'un seuil pour former le proto-lac Saint-Jean. Tout au long de cette période lacustre, la régression forcée se poursuit, sous l'effet d'un rebond glacio-isostatique différentiel entre le Nord et le Sud du lac, où se situe son exutoire. La chute du niveau de base a ainsi été maximale au Nord (0,3 à 0,7 $cm.an^{-1}$), diminuant vers le Sud pour être contrôlée uniquement par l'érosion du seuil au niveau de l'exutoire.

Basée sur trois transects pluri-décakilométriques bordure/centre du bassin, l'architecture stratigraphique du bassin a été documentée. La première section au sein du système axial du bassin et les deux autres aux sein de deux systèmes latéraux. Ces trois transects montrent une partie basale identique (accumulations glaciogéniques scellés par des argiles glacio-marines) qui enregistre le retrait glaciaire et l'ennoiement marin tardi-glaciaire. Au-dessus, les systèmes progradants enregistrent la chute du niveau de base issue de la régression forcée du Golfe de Laflamme. Bien que des différences importantes d'architectures et de faciès existent entre chacune de ces sections, elles présentent des tendances d'évolution similaires. Au cours du temps, depuis la période tardi-glaciaire et jusqu'à la période post-glaciaire, (i) l'influence de la dynamique littorale augmente progressivement dans la sédimentation, (ii) les réseaux hydrographiques s'organisent progressivement et (iii) les géométries de delta passent de deltas de type Gilbert à des deltas à foresets à angle faible caractérisés par des systèmes de barres d'embouchure.

Ces évolutions temporelles d'architecture et de faciès sont considérées comme des critères de reconnaissance de cortèges de régression forcée génétiquement associé aux périodes de déglaciation. Leur identification dans l'enregistrement sédimentaire ancien est de première importance lorsqu'il s'agit de mettre en évidence des séquences de déglaciation. Basé sur la succession du bassin du Saint-Jean, un modèle stratigraphique est proposé.

# VIEILLISSEMENT ACCELERE DE SCHISTES ARGILEUX D'INTERET PALEONTOLOGIQUE

Giliane Pauline ODIN[(1)], Véronique ROUCHON[(1 ,@)]

(1) Centre de Recherche sur la Conservation des Collections (MNHN-CNRS-MCC, USR 3224) 36 rue Saint Hilaire, 75005 Paris
(@) rouchon@mnhn.fr

Les schistes argileux du bassin d'Autun font partie intégrante des collections de paléontologie du Muséum national d'Histoire naturelle (Paris, France) et du Muséum d'Histoire naturelle d'Autun (Autun, France). Ces roches sédimentaires contiennent de nombreux fossiles, malheureusement sujets à d'importantes dégradations. En effet, les composés soufrés qu'ils contiennent, en particulier les sulfures de fer tels la pyrite, s'oxydent peu à peu, provoquant des craquelures et des efflorescences cristallines qui compromettent la conservation des fossiles. Pour mieux étudier le comportement de ces objets, nous avons cherché à reproduire les phénomènes d'altération rencontrés dans les collections en faisant vieillir artificiellement des pièces nouvellement collectées [1-2].

Huit spécimens endommagés issus du bassin permien d'Autun (Saône-et-Loire, France) ont été sélectionnés dans les collections et analysés à l'aide de différents outils analytiques : diffraction des rayons X, spectroscopie Raman, microscopie électronique à balayage couplée à une sonde d'analyse élémentaire et spectroscopie d'absorption au seuil Kα du soufre. Parallèlement à cela, du matériel neuf a été collecté sur sept affleurements de ce même bassin d'Autun, analysé, puis soumis à des vieillissements artificiels avec une humidité relative de 50 % et à différentes températures.

Les schistes des spécimens endommagés et ceux nouvellement prélevés ont une composition minéralogique semblable, mais présentent des efflorescences cristallines sensiblement différentes : elles s'apparentent majoritairement pour les premiers à des sulfates de fer, et pour les seconds à des sulfates de calcium. La température choisie pour le vieillissement est un paramètre déterminant pour le type de dommage observé : à 40°C, peu d'efflorescences cristallines sont relevées mais de nombreuses dégradations mécaniques ont lieu. A 90°C, la tendance inverse est constatée. Enfin, les dégradations mécaniques observées sur les échantillons vieillis artificiellement ne semblent pas corrélées à l'apparition d'efflorescences : les échantillons sur lesquels on observe des efflorescences ne montrent généralement pas de dégradation mécanique évidente à l'œil, et ceux qui semblent les plus fragiles ne montrent pas d'efflorescence visible.

[1] Giliane P. Odin, Frederik Vanmeert, Koen Janssens, Hervé Lelièvre, Jean Didier Mertz, Véronique Rouchon, *Accelerated Ageing of shales of palaeontological interest : impact of temperature conditions*, Annales de Paléontologie, accepté.
[2] Giliane P. Odin, Dominique Chabard, Véronique Rouchon, *Étude de collections de paléontologie : De la caractérisation à la reproduction des altérations de fossiles dits pyriteux,* CeROArt, accepté.

# LES SÉRIES FLUVIO-ÉOLIENNES DU « CUTLER GROUP », PERMIEN (UTAH, USA) : MODÈLE ARCHITECTURAL ET EXPRESSION DES UNITÉS GÉNÉTIQUES

Marie OLIVIER[1,@], Sylvie BOURQUIN[1], Guy DÉSAUBLIAUX[2], Gautier DANIAU[3], Simon COURIVAUD[1], Camille ROSSIGNOL[1]

(1) Géosciences Rennes – UMR 6118, Campus de Beaulieu, CS 74205, 35042 RENNES CEDEX
(2) GDFSUEZ E&P, 1 place Samuel de Champlain, 92 930 PARIS - LA DEFENSE CEDEX
(3) GDF SUEZ E&P Nederland B.V., Einsteinlaan 10, 2719 EP Zoetermeer - The Netherlands
(@) marie.olivier@univ-rennes1.fr

L'essor qu'a connu la stratigraphie séquentielle dans les environnements continentaux a permis de définir des modèles architecturaux pour des séries fluvio-lacustres. Plus récemment, les modèles proposés ont intégré les dépôts éoliens dans les systèmes continentaux côtiers ou lacustres (préservation de l'éolien *vs* variations de la table d'eau, *e.g.* Carr-Crabaugh & Kocurek, 1998) ou dans les systèmes continentaux endoréiques (préservation de l'éolien *vs* climat (*e.g.* Clemmensen *et al*., 1998) ou préservation de l'éolien *vs* accommodation et flux de sédiments, *e.g.* Bourquin *et al.*, 2009). Cependant, peu de modèles discutent les variations de préservation des dépôts éoliens par rapport aux environnements continentaux associés (fluvial, lac, playa) afin de prédire un modèle architectural des dépôts éoliens (du réservoir au bassin) en fonction du contexte géodynamique. L'objectif de cet exposé est de contraindre l'expression des unités génétiques et de proposer un modèle architectural montrant les variations de préservation des dépôts éoliens en fonction du contexte tectonique, climatique et eustatique.

L'étude des séries du Permien inférieur, « Cutler Group », du « Paradox Basin » (SE Utah), caractérisées par des dépôts fluvio-éoliens (*e.g.* Condon, 1997), a été réalisée à partir de 5 sections sédimentologiques. Elles sont localisées sur un profil proximal représenté par des dépôts dominés fluvial jusqu'à des dépôts dominés éolien dans le domaine distal (*e.g.* Mountney & Jagger, 2004).

Une étude sédimentologique et stratigraphique détaillée permet de proposer une évolution spatiale et temporelle des environnements de dépôt. Nous avons ainsi mis en évidence (1) les variations d'expression des unités génétiques d'un environnement proximal à un environnement distal en climat semi-aride, (2) plusieurs modèles architecturaux montrant l'évolution verticale depuis un contexte de bassin côtier, à dunes éoliennes faiblement préservées, vers des environnements plus continentaux dominés éolien puis vers des systèmes fluvio-lacustres à faible préservation des dépôts éoliens.

Carr-Crabaugh, M. and Kocurek, G. (1998) Continental sequence stratigraphy of a wet eolian system: a key to relative sea-level change. In: Relative Role of Eustasy, Climate, and Tectonism in Continental Rocks (Eds K.W. Shanley and P.J. McCabe), SEPM Spec. Publ., 59, 213–228.

Clemmensen, L.B., Kent, D.V. and Jenkins, F.A. Jr (1998) A Late Triassic lake system in East Greenland: facies, depositional cycles and palaeoclimate. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol., 140, 135–159.

Condon, S.M. (1997) Geology of the Pennsylvanian and Permian Cutler Group and Permian Kaibab Limestone in the Paradox Basin, Southeastern Utah and Southwestern Colorado. U.S.
Geological Survey Bulletin 2000–P, 1-46

Bourquin, S., Guillocheau, F. and Péron, S. (2009) Braided rivers within an arid alluvial plain (example from the Lower Triassic, western German Basin): recognition criteria and expression of stratigraphic cycles. Sedimentology, 56, 2235–2264.

Mountney, N.P. and Jagger, A. (2004) Stratigraphic evolution of an aeolian erg margin system: the Permian Cedar Mesa Sandstone, SE Utah, USA. Sedimentology, 51, 713–743.

# ORIGINE, PROCESSUS DE FORMATION ET EVOLUTION DES DEPRESSIONS FERMEES (MARDELLES) DU PLATEAU LORRAIN

Vincent OLLIVE[1, 2, @], Thierry KLAG[1], Philippe KLAG[1]

(1) Institut National de Recherches Archéologiques Préventives, Centre Archéologique Grand-Est nord, Metz, 12 Rue de Méric, 57000 Metz.
(2) Université de Lorraine, EA 1135 « LOTERR »
(@) vincent.ollive@gmail.com

Plusieurs milliers de dépressions fermées (mardelles) sont observées dans la partie Nord-est du Bassin Parisien (plateau lorrain - Lorraine – France). Leur origine naturelle ou anthropique est largement débattue depuis la seconde moitié du 19ème siècle. Le long du futur tracé LGV-Est Européen, une investigation géoarchéologique de sept mardelles a été réalisée dans le cadre des fouilles préventives réalisées par l'Inrap. Pour chaque mardelle fouillée, de larges et profondes tranchées ont été réalisées afin de permettre des observations directes à la fois du substratum (Marnes du Keuper) et de leur comblement sédimentaire. Des datations dendrochronologiques et archéologiques fournissent le cadre chronologique pour ces comblements. De plus, à partir des données Lidar obtenues sur le tracé LGV-Est, une analyse de la répartition spatiale des mardelles a été réalisée.

A partir des données recueillies, il a été possible de documenter l'origine, le processus de formation ainsi que l'évolution de la dynamique sédimentaire aux abords des mardelles étudiées tels que :

1 : les alignements de mardelles présentent des orientations préférentielles comparables aux orientations du réseau de drainage naturel à l'échelle régionale, elles-mêmes influencées par la fracturation des terrains du trias ;

2 : la formation initiale des dépressions est réalisée par la dissolution des carbonates contenus dans les marnes du Trias. Le passage des éléments solubles (carbonates) et d'une partie des éléments insolubles (minéraux argileux) est réalisé à la faveur des déformations préexistantes affectant le substratum géologique (fractures, failles et plis) ;

3 : une fois formées en milieu ouvert, la forme initiale de ces dépressions est modifiée par effondrement gravitaire des bordures ;

4 : les dépressions sont ensuite comblées et offrent un enregistrement de la dynamique sédimentaire locale. Cette dynamique locale traduit le degré d'ouverture du milieu ainsi que l'existence de périodes d'activités agro-pastorales alternant avec des périodes de reconquêtes forestières jusqu'à nos jours.

Bien qu'attestée tout au long de l'Holocène sur le plateau lorrain, la formation des mardelles semble être plus fréquente au cours de l'époque antique. Cette époque correspond à un intense développement de l'exploitation du sel (Briquettage de la Seille) dans le secteur, associé à une importante déforestation. Ces résultats suggèrent la possibilité d'un contrôle anthropique indirect sur la karstogenèse naturelle dans le secteur d'étude.

# SEDIMENTARY RECORD OF PALEOTSUNAMIS ON THE COASTAL LAGOONS OF NORTHEASTERN VENEZUELA

Javier OROPEZA[1,@], Franck AUDEMARD[1] and Christian BECK[2]

(1) Dpto. de Ciencias de la Tierra, Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas - FUNVISIS - Apdo. Postal 76880, Caracas 1070-A, Venezuela.
(2) ISTerre, UMR CNRS 5275, Université de Savoie/Grenoble-Alpes, F-73376 Le Bourget du Lac
(@) joropeza@funvisis.gob.ve

Although infrequent, tsunami waves have been historically reported on the northeast coast of Venezuela. Nevertheless, there is a general lack of geological confirmation of the actual occurrence of these potentially catastrophic events along this coast. In that respect, a long-term program for assessing the occurrence and damaging potential of tsunamis has been put on since 2009 by FUNVISIS, starting with Cumaná, which is the city more frequently struck by this type of natural events in historical times. Several approaches are being used, and particularly here we wish to put the stress on the study being carried out along the coast, focused on the identification and characterization of past (historic and prehistoric) tsunamis via the sedimentary study of active coastal lagoons, extending between Cabo Codera and Morro de Chacopata (Figure 1).

The first ever found sedimentary evidence of any tsunami wave in this region was described at Los Patos lagoon in Cumaná. A 3-cm-thick fine sand layer rest a top of a typical lagoonal clay sequence, which appears to document a historical tsunami.

Despite being a score of coastal lagoons, extending along the same shore of la Ensenada de Barcelona, for most of them, significant environmental particularities are displayed by each of them. Four cases are described next. (1) Tacarigua lagoon: this lagoon is in a very rainy basin, which is reflected by a very dense mangrove along its edges and a very low salinity (important freshwater input). (2) Unare lagoon: this lagoon still exhibits a very shallow water body, whose size varies with seasons. The environment is essentially brackish and sea input is antropically maintained in recent times by mouth dredging. (3) Chacopata lagoon: very little fresh water comes into the system and shallow carbonate/salt beachrocks are forming. (4) Píritu Norte and Sur islands: these are two typical islands protected by coral reefs. The internal lagoons are dry and outcropping, and corals such as *Acropora cervicornis* and *Diplora* still in living position are drowned by sands and disc-shaped gypsum crystals, implying they are essentially functioning as salt flats.

In the Unare lagoon, two small hand-excavated pits have revealed a few-centimeter-thick sand layer interbedded into the lagoonal clays, exhibiting an erosional base and containing small clay clasts. In one of these pits, the clasts even appear to denote landward rotation. All these features together seem to support a tsunamigenic origin for such a deposit. This event, based on a single $^{14}C$ dating, occurred sometime 380 ± 50 cal yr AD. These first results seem very promising to pursue further and more detailed research.

Figure 1. *Relative location of lagoons along the northeastern coast of Venezuela.*

# MODELISATION GEOLOGIQUE 3D A PARTIR DE DONNEES HETEROCLITES ET DE QUALITE VARIABLES, VALORISATION DE LA BANQUE DE DONNEES DU SOUS-SOL (BSS).

Carole ORTEGA[(1)], Eric LASSEUR[(1,@)], Bernard BOURGINE[(1)], Justine BRIAIS [(1,2)], Aurélien LEYNET[(1)], Benoit ISSAUTIER[(1)]

(1) BRGM, 3 avenue Claude Guillemin, 45060 Orléans Cedex 2, France
(2) Géosciences Rennes, Dynamique des bassins et systèmes sédimentaires, UMR 6118, Campus Beaulieu, 263 avenue du général Leclerc, 35042 Rennes cedex, France.
(@) e.lasseur@brgm.fr

La géométrie des bassins sédimentaires français est souvent principalement connue grâce aux données issues de l'exploration pétrolière. Il en résulte une connaissance parcellaire, souvent restreinte aux seules parties de bassins, profondeurs et niveaux stratigraphiques présentant un intérêt pétrolier. La banque de données du sous-sol (BSS) gérée par le BRGM, centralise l'ensemble des données de forage réalisée sur le territoire français. Elle constitue à travers plus de 700.000 forages, une base de données primordiale pour la connaissance du sous-sol, en particulier dans les premières centaines de mètres. Ces données nombreuses et denses permettent d'envisager une reconstitution 3D à haute résolution des géométries et contenu en faciès des différents corps sédimentaires dans les premières centaines de mètres des bassins sédimentaires français. Cependant, ces données sont de qualité et de fiabilité très variables, ce qui nécessite au préalable de réaliser une estimation de la fiabilité de ces informations avant leur utilisation pour des études de bassin et la réalisation de modèles 3D.

La méthodologie mise en place pour pouvoir tirer parti de ces données est de démarrer d'un corpus de données fiables et réinterrogeables (forages carottés mais surtout diagraphies corrélées en termes de stratigraphie séquentielle haute résolution) le plus dense possible, puis de tester par itération la validité des autres données à l'intérieur d'un modèle géologique 3D réalisé sous GDM multilayer©. La fiabilité des données de forage ajoutées successivement, est ainsi testée par validation croisée à partir de l'erreur réduite qu'ils présentent en regard des données du corpus initial. Cette approche permet d'enrichir le corpus initial en données fiables et d'évaluer la fiabilité de l'ensemble des données de la BSS qui sont mises à disposition du public.

Une fois les données fiables identifiées et validées, ces informations sont utilisées pour préciser la géométrie des corps sédimentaires et la paléogéographie fine des différents intervalles considérés. La même approche itérative est appliquée pour réaliser cette étape, à partir d'outils géostatistiques (Isatis ©, Petrel©). Les données de forage sont particulièrement utilisables lorsque les contrastes lithologiques entre les différents dépôts sont forts et ont pu être reconnus même par des personnes n'ayant pas des notions de géologie sédimentaire très poussées.

Le cas d'étude présenté ici pour illustrer la méthode, se base sur l'exemple de l'intervalle Lutétien – Stampien autour de Paris, pour lequel les données issues de l'exploration pétrolière, de campagnes géotechniques ou d'hydrogéologie sont abondantes. Ces données permettent de préciser la géométrie fine des intervalles stratigraphiques et formations, en particulier autour de l'anticlinal de Beynes qui montrent une déformation syn-sédimentaire durant cet intervalle, ainsi que la géométrie et la paléographie du Ludien, en particulier en recomposant à haute résolution, le passage latéral entre les dépôts lagunaires des marnes et gypses et les calcaires lacustres (calcaire de Champigny). L'application généralisée de cette méthode aux données de la BSS, permettra bien qu'en partant de données hétéroclites et complexes, de réaliser des modèles 3D à haute résolution des premières centaines de mètres des bassins du territoire français.

# CARACTÉRISATION PÉTROPHYSIQUE DU GRÈS DE GUÉDELON (ALBIEN, BOURGOGNE)

Quentin ORTEGA[(1)], Patricia VÁZQUEZ[(1,@)], Gilles FRONTEAU[(1)], Vincent BARBIN[(1)]

(1) GEGENAA, EA 3795, Université de Reims Champagne-Ardenne, 2 esplanade Roland Garros, 51100 Reims, France
(@) patricia.vazquez@univ-reims.fr

Le chantier du château de Guédelon est situé en Bourgogne, dans le département de l'Yonne (89). Il s'agit d'un projet d'archéologie expérimentale qui met en œuvre les techniques et matériaux de l'époque médiévale pour la construction du château depuis 1997. La pierre utilisée est un grès ferrugineux, issu de la formation des Sables et grès de Puisaye (Albien supérieur). La carrière d'extraction se trouve sur place et la pierre n'a jamais fait l'objet d'études pétrophysiques. Cette étude a pour objectif la caractérisation et la détermination des propriétés physiques et pétrographiques du grès de Guédelon. L'analyse de ses caractéristiques permet de prévoir son comportement en tant que matériau de construction une fois mise en œuvre sur le bâti, mais surtout de préciser ses particularités, notamment la forte hétérogénéité de ses différents litages et couleurs.

L'analyse pétrographique a été réalisée sur lames minces colorées au microscope optique avec analyse d'images, au microscope électronique à balayage et en cathodoluminescence. Les propriétés hydriques de ce grès ont été mesurées suivant trois normes distinctes : la détermination du coefficient d'absorption d'eau par capillarité (EN 1925), la détermination de l'absorption d'eau à la pression atmosphérique (EN 13755) et la détermination des masses volumiques réelle et apparente et des porosités ouverte et totale (EN 1936). La vitesse de propagation des ondes ultrasoniques (EN-14579) a également été mesurée afin de mettre quantifier l'anisotropie de la roche.

Le grès de Guédelon est un grès à cimentation ferrugineuse anisopaque, majoritairement constitué de quartz monocristallins, d'un diamètre moyen de 350 µm, d'assez nombreux quartz polycristallins, de quelques feldspaths et de très rares paillettes de muscovite. La cimentation ferrugineuse incomplète laisse un espace poreux intergranulaire résiduel assez important entre les grains de quartz (porosité moyenne environ 23%). La roche présente un litage centimétrique très net et une anisotropie très marquée. Ses propriétés pétrophysiques (coefficient de capillarité et vitesse de propagation d'ondes) varient d'un facteur 2 selon la direction de mesure. En outre, le comportement des lamines grossières ou fines, aux cimentations variables, implique des propriétés de transfert et de résistance très différentes, que les carriers et tailleurs de pierre de Guédelon ont appris à prendre en compte dans la sélection des blocs et la confection des éléments de construction du château.

# IMPACT DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LE REGISTRE SEDIMENTAIRE BARREMIEN DANS LE SUD DE LA TUNISIE

Mohamed OUAJA[(1)], Balsam ASSILA[(1)], Amna KHILA[(2)],
Mabrouk MONTACER[(1)] & Fouad ZARGOUNI[(2)]

(1) Université de Gabès, Faculté des Sciences de Gabès 6032 - Tunisie
(2) Université Tunis el Manar, Faculté des Sciences de Tunis 2092 - Tunisie
(@) mohamedouaja@yahoo.fr

Les cœurs des structures anticlinales de l'Atlas tunisien méridional sont généralement occupés par des terrains d'âge crétacé inférieur. Dans les Chaînes des Chotts, particulièrement affleurent les terrains les plus anciens. Connus sous le nom de « Wealdien des Chotts », ces terrains sont attribués à l'Hauterivien p.p.-Barrémien. Il s'agit d'une série mixte remarquablement dilatée constituée d'alternances de sable, d'argile, de carbonate et de gypse.

L'analyse des faciès sédimentaires appuyée par des comparaisons avec des équivalents actuels dans le littoral du Golfe de Gabès et le découpage haute résolution de cette série nous ont permis de mieux comprendre les environnements de dépôt et la dynamique de sédimentation ayant contrôlé la répartition dans le temps et dans l'espace des différents faciès.

Deux types de séquences génétiques ont été identifiés. Elles correspondent toutes les deux à des séquences de comblement dans un environnement littoral à influence tidale. La première séquence est constituée de carbonate, de silt argileux rougeâtre et/ou de gypse et traduit une dynamique littorale soumise à un climat aride. La seconde est constituée de sables à bois fossiles, d'argile et de carbonate et traduit les mêmes conditions de dépôt que la première séquence mais sous un climat suffisamment humide pour assurer l'alimentation du bassin en matériaux détritiques terrigènes.

Ainsi les faciès de dépôt de la série mixte du « Wealdien des Chotts » traduisent un environnement littoral inter à supratidal rarement infratidal. En plus des phénomènes orbitaux qui ont contrôlé la mise en place et la répartition de ces faciès de dépôt, les changements climatiques ont commandé le flux et par conséquent la nature des sédiments. Leur empilement par aggradation en réponse à une importante accommodation explique bien la dilatation de cette série barrémienne.

*La série du « Wealdien des Chotts » occupant le cœur de la structure de Jebel Oum El Aguell (Chaîne Nord des Chotts)*

# MINERALISATION ET FABRIQUES DES TAPIS MICROBIENS CARBONATES D'UNE LAGUNE DE LA PLATE-FORME NORD-CUBAINE.

Aurélie PACE[1, 2,@], Anthony BOUTON[3], Raphaël BOURILLOT[1], Emmanuelle VENNIN[3], Serge GALAUP[1], Christophe DUPRAZ[4], Pieter VISSCHER[4], Anna KWASNIEWSKI[5], Léa PIGOT[1]

(1) EA 4592 Géoressources et Environnement, ENSEGID, 1 allée Daguin 33607 Pessac
(2) Université Bordeaux 3, Domaine Universitaire, 33607 Pessac
(3) Biogéosciences UMR 6282, Université de Bourgogne, 6 Bd Gabriel 21000 Dijon
(4) Department of Marine Sciences, Center for Integrative Geosciences, University of Connecticut, 1080 Shennecossett Road, Groton, CT 06340, USA
(5) Total, Avenue Larribau, 64018 Pau
(@) aurelie.pace@ensegid.fr

Cette étude a pour but d'établir la composition et la répartition des microbialithes et des faciès carbonatés associés dans une lagune hypersalée à alimentation marine. Une lagune (conductivité 100 $mS.cm^{-1}$ ; pH 8) située sur l'île de Cayo Coco (Nord de Cuba) a été étudiée en détail. Une cartographie des dépôts carbonatés actuels et récents et une classification des morphologies des tapis microbiens ont été réalisés. Deux profils de dépôt ont été distingués montrant l'influence du vent et de l'hydrodynamisme sur les morphologies des microbialithes.

Des échantillons prélevés ont été soumis à des analyses de diffractométrie aux rayons X (DRX) permettant de connaître leur composition minérale et leur faciès a été examiné en lame mince. Les échantillons de tapis microbiens vivants ont fait l'objet d'une série d'analyses montrant des cyanobactéries associées à des précipitations de carbonates et de silicates.

Les résultats obtenus seront comparés à des microbialithes fossiles développés dans des environnements comparables afin de tester la préservation du signal paléoenvironnemental et d'évaluer les effets de la diagenèse (Comparaison avec les microbialithes messiniennes du Sud-Est de l'Espagne).

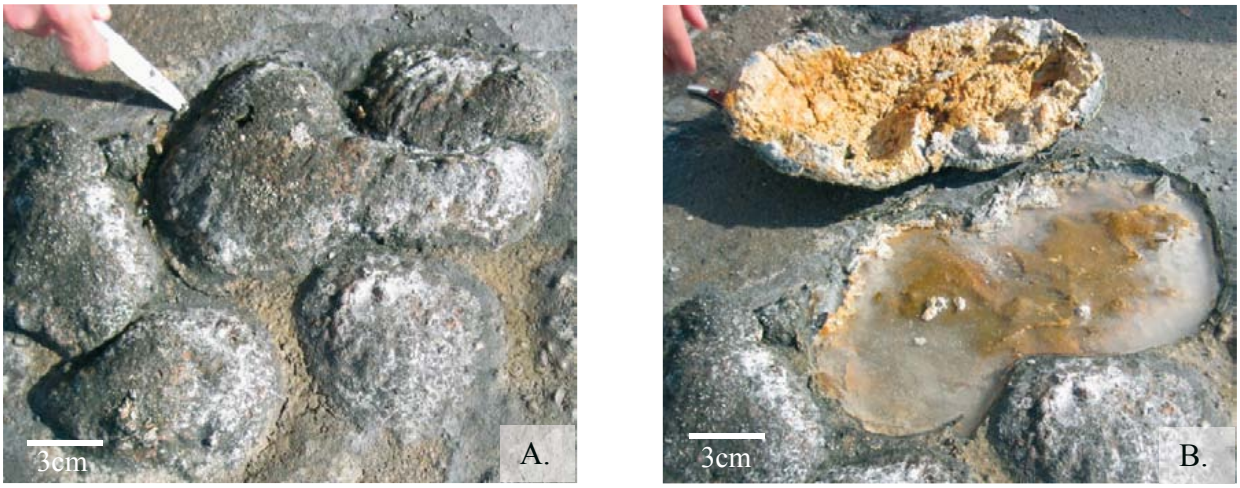



Figure 1 : *Grands hémisphéroïdes >5cm de diamètre (morphologie microbialithique) de la lagune de Cayo Coco (Cuba). A. Vue externe des hémisphéroïdes ; B. Vue en coupe*

# ÉVOLUTION DES CONNAISSANCES DU BASSIN ANGLO-PARISIEN – APPORTS DE LA GEOLOGIE MARINE : EXEMPLES DU MESOZOÏQUE ET DES GEOMETRIES SEDIMENTAIRES DE LA CRAIE DU PAYS DE CAUX.

Fabien PAQUET[1,@], Eric LASSEUR[1], Isabelle THINON[1], Massinissa BENABDELLOUAHED[2], Olivier DUGUÉ[3], Bernadette TESSIER[3], Simon COURGEON[2], Pol GUENNOC[1]

(1) BRGM, DGR/GBS : 3 avenue Claude Guillemin, BP 36009, 45060 Orléans Cedex 2 – France.
(2) Ifremer, GM : Technopôle Brest Iroise - BP 70, 29280 Plouzané – France
(3) M2C UMR CNRS 6143 – Université de Caen Basse Normandie : 24, Rue des tilleuls Université de Caen, 14000 Caen – France
(@) f.paquet@brgm.fr

Le « Bassin de Paris » fait partie intégrante du bassin sédimentaire intracratonique Anglo-Parisien, qui couvre une majeure partie du Nord de la France et du Sud-Est de l'Angleterre. A plusieurs reprises, les phases de déformation tectonique affectent l'évolution du bassin en modifiant la sédimentation, la répartition des aires de subsidence, et l'orientation des paléogéographies, notamment sur sa bordure ouest à la transition Jurassique-Crétacé et lors de l'inversion en Manche au Cénozoïque. Cette évolution du remplissage sédimentaire et de la tectonique de cette zone reste encore peu détaillée en raison d'un manque de données de subsurface (puits, sismique), généralement localisées au centre du Bassin de Paris.

De 2007 à 2009, les missions d'acquisition sismique (BaiSeine07, SeineHR08 et SeineTHR08) et de prélèvements au carottier à roche (Carobseine09) ont été effectuées en baie de Seine dans le cadre d'une collaboration Université de Caen-Basse Normandie / BRGM. La qualité et la densité des données acquises a permis de détailler le substratum mésozoïque, principalement jurassique, de part et d'autre de la Paléo-Seine plio-quaternaire, et de proposer une cartographie géologique révisée de baie de Seine (thèse de M. Benabdellouahed, 2011). Quelques profils acquis au large du Pays de Caux permettent d'étendre les études aux séries du Crétacé à l'est. L'interprétation de ces profils, couplés aux données bathymétriques (SHOM), topographiques Lidar et photographiques (IGN), et de sondage en mer (BRGM), ont permis (i) d'effectuer les corrélations terre-mer fines, (ii) d'établir un atlas sismique des formations crétacées, (iii) d'imager les structures et les géométries principales du remplissage cénozoïque, et (iv) d'étendre la cartographie géologique de baie de Seine vers le nord et l'est (Paquet et al., en prep.).

Un exemple d'apport de connaissance est l'imagerie fine des géométries sédimentaires en ondulation de la craie, visibles sur les falaises et le platier entre Etretat et Fécamp. Ces géométries trouvent leur origine dans des courants marins affectant le fond. Une meilleure connaissance de leurs dimensions, orientation et extension géographique fournira des éléments pour mieux comprendre la paléogéographie de la zone et son évolution au Crétacé supérieur.

La campagne MERCAUX d'acquisition sismique « sparker » très haute résolution (aout-septembre 2013) s'intègre dans cette logique d'amélioration des connaissances de la bordure ouest du Bassin anglo-parisien, et de son évolution géologique.

# CELLULAR AUTOMATA NUMERICAL SIMULATIONS: CHALLENGES AND RESULTS IN MODELLING TURBIDITE SYSTEMS AT TWO BASINS IN BRAZIL

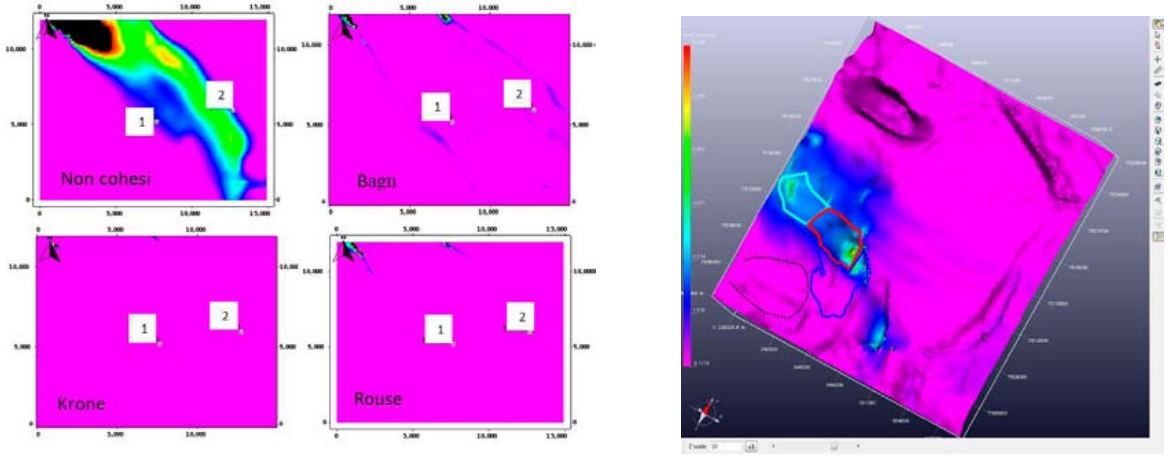
Paulo Lopes Brandão PARAIZO [(1)], Gilberto Athayde ALBERTÃO [(2,@)],
Cleber Antonio CARBONARI[(2)], Carlos Henrique Tozzi de OLIVEIRA [(2)]

(1) Petrobras/UO-SEAL – Rua Acre 2504, 49075-900 Aracaju – SE, Brazil
(2) Petrobras/UO-BC – Av. Elias Agostinho 665, 27913-350 Macaé – RJ, Brazil
(@) albertao@petrobras.com.br

Cellular Automata algorithms, developed in the scope of a Joint Industrial Project (JIP CATS – Cellular Automata for Turbidite Systems) coordinated by IFPEN, was preliminary applied to simulate depositional processes in some oilfields of Petrobras. More recently, as a result of the implementation of new algorithms in CATS code, additional numerical simulations were performed in two Brazilian offshore basins: three areas of hydrocarbon accumulations of the Sergipe-Alagoas (SE-AL) Basin (northeastern Brazil), and three oilfields of the Campos Basin (southeastern Brazil).

In one hand, two main difficulties were observed when performing simulations. First is the definition of the substrate, since intense erosion and tectonic activity in the areas made especially challenging to find out real representative bottom surfaces, even when performing structural restorations. Second is the influence of the different deposition laws on the depositional results. Four deposition laws were tested, each one producing quite different results (Fig. 1a), what made harder the choice of the model, especially when considering the uncertainty associated with the impact of this parameter; in some cases the simulations produced non-reliable depositional aspects.

On the other hand, some results have improved the understanding of depositional processes in the study areas. In the case of SE-AL Basin, the flow evolution obtained from velocity patterns made possible to understand the general current behavior, in aspects such as flow path, the main depocenters, and the strong influence of the rugged bottom surface; this has also helped to define main anisotropy directions to be used in geostatiscal modeling. In the case of Campos Basin, non-cohesive model of deposition has produced realistic depositional patterns (Fig. 1b), when compared with the geological data, and provided understanding for differences in the sedimentary processes and source areas among the reservoirs of three oilfields which were evaluated.




(a) (b)

Fig.1 – *Results of two tests in Brazilian offshore (same color scale for thickness). (a) Test using four models of deposition ("non-cohesive", "Bagnold", "Krone" and "Rouse"), with the same input flow parameters, in an area of SE-AL Basin controlled by two wells (1 and 2): very different depositional patterns are observed. (b) Test in an area of Campos Basin. Non-deposition in the oilfield limited by dotted lines and deposition pattern in two areas of the field limited by light blue and red lines suggest different source areas for the reservoirs deposited in each field.*

# ENREGISTREMENT SEDIMENTAIRE DE L'ERUPTION ET DES TSUNAMIS DU KRAKATAU (1883) SUR LES COTES DE JAVA ET SUMATRA, INDONESIE

Raphaël PARIS[1,2,@], Patrick WASSMER[3,4], Franck LAVIGNE[4,5],
Alexander BELOUSOV[6], Marina BELOUSOVA[6],
Budianto ONTOWIRJO[7], Mhammed BENBAKKAR[1,2]

(1) Clermont Université, Université Blaise Pascal, BP 10448, F-63000 Clermont-Ferrand, France
(2) CNRS, UMR 6524, Magmas et Volcans, F-63038 Clermont-Ferrand, France
(3) Université de Strasbourg, Faculté de Géographie et d'Aménagement, France
(4) CNRS, UMR 8591 Laboratoire de Géographie Physique, F-92195 Meudon, France.
(5) Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, PRES HESAM, France
(6) Institute of Volcanology and Seismology, Petropavlosk - Kamchatsky, Russia
(7) BPDP BPPT, Jakarta 10340, Indonesia
(@) R.Paris@opgc.univ-bpclermont.fr

Le scenario éruptif de l'éruption du Krakatau en 1883 et l'origine des tsunamis ont été largement débattus à partir des observations, des enregistrements barométriques et marégraphiques, et de l'analyse des produits éruptifs en zone proximale (îles proches du Krakatau). En revanche, l'enregistrement sédimentaire distal de l'éruption et des tsunamis ont très peu été étudiés (ex. travaux non publiés sur les blocs de corail charriés par le tsunami autour du Détroit de la Sonde). Au préalable, nous avons constitué une base de données géoréférencées sur les nombreuses observations d'époque. La chronologie des évènements est ensuite confrontée à l'enregistrement sédimentaire à plusieurs endroits clés sur les côtes de Java et Sumatra. Cinq types de faciès sédimentaires en lien avec l'éruption et les tsunamis de 1883 ont été identifiés et caractérisés à partir de critères sédimentologiques et géochimiques : (1) des sables bioclastiques déposés par les tsunamis précédant les chutes de cendres de la phase paroxysmale, (2) des sables à texture ponceuse déposés par les tsunamis contemporains du paroxysme (matinée du 27 août), (3) des lapillis ponceux émoussés remaniés par les tsunamis, (4) des dépôts de chutes de cendres, (5) et des dépôts de déferlantes pyroclastiques ayant atteint les côtes de Sumatra (mais pas Java). Cette étude démontre le potentiel des séquences sédimentaires distales impliquant à la fois des produits éruptifs et des dépôts de tsunami pour reconstituer la chronologie et les éventuelles phases tsunamigéniques d'anciennes éruptions (moins bien documentées que celle du Krakatau la plupart du temps).

# CARACTÉRISATION DE L'ÉVOLUTION MORPHOLOGIQUE DU CHENAL DU RHÔNE (1897-2010) : CAUSALITÉS ET PRÉCONISATIONS OPÉRATIONNELLES

Elsa PARROT [(1)], Hervé PIÉGAY[(1)], Michal TAL[(2)], Jules LE GUERN[(3)], Luce REBOUL[(2)]

(1) Environnement Ville et Société (EVS), CNRS UMR 5600, ENS de Lyon, 15 parvis René Descartes, 69007 Lyon, France
(2) Aix-Marseille Université, CEREGE UMR 7330 Europôle de l'Arbois, BP 80, 13545 Aix-en-Provence cedex 04, France
(3) Université de Tours, Faculté des Sciences et Techniques, Parc de Grandmont, 37200 Tours
(@) elsa.parrot@ens-lyon.fr

Le Rhône constitue un système fluvial complexe du fait de la diversité des environnements géologiques traversés, de la position de ses affluents sur le continuum et de l'impact différencié des actions humaines sur leur production sédimentaire, ou encore des aménagements présents tout au long de son parcours (endiguement, construction d'ouvrages hydro-électriques, sections court-circuitées). La géométrie du lit et les flux de sédiments ont ainsi été profondément modifiés au cours du dernier siècle, conduisant à une fragmentation du continuum, chacun des biefs ayant un fonctionnement bien souvent indépendant des autres biefs.

Afin de mieux appréhender l'évolution morphologique résultant des différentes pressions humaines, dans ce contexte morphologique et hydrographique complexe, plusieurs études complémentaires ont été conduites. L'évolution historique du thalweg a permis de diagnostiquer l'enfoncement du lit et les changements morphologiques du fond (fréquence longitudinale et géométrie des faciès). L'analyse explicative de ces changements repose, d'une part, sur une étude des archives permettant de localiser et de dater les principales pressions (date de construction des ouvrages, secteurs d'extraction ou de dragage…). D'autre part, elle porte sur une étude des caractéristiques hydrauliques du chenal combinée à une campagne de caractérisation de la granulométrie des fonds afin d'évaluer sa sensibilité au changement et sa capacité de transport. Les forces tractrices ont été calculées à l'aide du modèle hydraulique 1D MAGE développé par l'IRSTEA.

L'ensemble de ces travaux permet de bien comprendre l'histoire morphologique récente du fleuve et de proposer des éléments d'explication. Ce diagnostic conduit ainsi à établir une typologie des biefs en distinguant notamment ceux qui sont encore mobiles et qui ont une capacité à transporter une charge sédimentaire disponible grâce à la contribution de certains affluents, de ceux en cours de pavage ou déjà fixés qui n'ont pas la capacité à transporter du sédiment et à renouveler leur géométrie.

Cette étude permet d'améliorer la planification et la définition des opérations de restauration des habitats aquatiques et riverains, ainsi que des opérations de gestion du risque d'inondation pouvant résulter d'une modification de la débitance induite par des exhaussements sédimentaires.

# DEPOSITIONAL ENVIRONMENT OF THE EARLY FRASNIAN TO EARLY FAMENNIAN SLOPE DEPOSITS OF MOUNT FREIKOFEL (CARNIC ALPS, AUSTRIA/ITALY)

Damien PAS[1,@], Anne-Christine DA SILVA[1], Thomas SUTTNER[2], Erika KIDO[2], Monica PONDRELLI[3], Carlo CORRADINI[4], Pierre BULTYNCK[5], David DE VLEESCHOUWER[6], Claudia DOJEN[7], Frédéric BOULVAIN[1]

(1) Sedimentary Petrology, B20, University of Liège (ULg), Sart-Tilman B-4000 Liège, Belgium
(2) University of Graz, Institute for Earth Sciences (Geology & Paleontology), Heinrichstrasse 26, A-8010 Graz, Austria
(3) International Research School of Planetary Sciences, Dipartimento di Ingegneria e Geologia, Università d'Annunzio, viale Pindaro 42, I-65127 Pescara, Italy
(4) Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Università di Cagliari, via Trentino 51, I-09127 Cagliari, Italy
(5) Department of Paleontology, Royal Belgian Institute of Natural Sciences, rue Vautier 29, B-1000 Brussels, Belgium
(6) Earth System Science, Vrij Universiteit Brussel, Pleinlaan 2, B-1050 Brussels, Belgium
(7) Landesmuseum Kärnten, Museumsgasse 2, A-9021 Klagenfurt, Austria
(@) d.pas@ulg.ac.be

The Carnic Alps represent one of the best example of an exhumed Palaeozoic carbonate platform in Europe. The Freikofel section, located in the central part of the Carnic Alps represents an outstanding succession in a fore-reef setting, extending from the Early Frasnian (*falsiovalis* conodont zone) to the Early Famennian (lower *crepida* conodont zone). Sedimentological analysis allowed to propose a sedimentary model dominated by basin floor basin floor and fore-reef slope deposits. The most distal setting and is characterized by an autochthonous pelagic sedimentation showing local occurrence of thin-bedded turbiditic deposits. In the fore-reef slope, in a more proximal setting there is an accumulation of various autochthonous and allocthtonous fine- to coarse-grained sediments originated from the interplay of gravity-flow currents derived from the shallow-water area. The temporal evolution of microfacies in the Freikofel section are evolving in two main steps corresponding to the Freikofel (Unit 1) and the Pal (Unit 2) Limestones are recognized. Basin floor to fore-reef lithologies and associate changes are from base to top of the section: (U1) thick bedded litho- and bioclastic breccia beds with local fining upward sequence and fine-grained mudstone intercalations corresponding, in the fore-reef setting, to the dismantlement of the Eifelian – Givetian carbonate platform during the Early to Late Frasnian time (*falsiovalis* to *rhenana* biozones) as consequence of the Late Givetian major rift pulse; (U2) occurrence of thin-bedded red nodular and cephalopod-bearing limestones with local lithoclastic grainstone intercalations corresponding to a significant deepening of the area and the progressive withdrawal of sedimentary influxes toward the basin. These changes are reflecting a deepening of the depositional setting interpreted as related to the Late Frasnian sea-level rise. Magnetic susceptibility and geochemical analyses were also performed all along the Freikofel section and demonstrate the inherent-parallel link existing between variation in magnetic susceptibility values and proxy for terrestrial input. Interpretation of magnetic susceptibility in term of palaeoenvironmental processes reflect that even though distality remains the major parameter influencing magnetic susceptibility values, carbonate production and water agitation also play an important role.

# SEDIMENTARY DEVELOPMENT AND MAGNETIC SUSCEPTIBILITY OF THE FRASNIAN CARBONATE PLATFORM IN WESTERN BELGIUM (DINANT SYNCLINORIUM, LA THURE SECTION)

Damien PAS[1,@], Anne-Christine DA SILVA[1], Corentin LABAYE[1], Pierre CORNET[1], Jonathan MICHEL[2], Xavier DE VLEESCHOUWER[3], David DE VLEESCHOUWER[4], Frédéric BOULVAIN[1]

(1) Sedimentary Petrology, B20, Université de Liège, Sart-Tilman B-4000, Liège, Belgium (2) Département de géologie, Rue de Bruxelles, 61, Namur University, B-5000 Namur, Belgium
(3) O.D. Earth and History of Life, RBINS, Brussels, Belgium
(4) Earth System Science and department of Geology, Vrije Universiteit Brussel, Pleinlaan 2, B-1050 Brussels, Belgium
(@) d.pas@ulg.ac.be

The Belgium Frasnian platform shows important South–North and East-West facies variations (Boulvain et al., 1999; Bultynck and Dejonghe, 2001). Through the last decades numerous improvements in sedimentology and magnetic susceptibility allowed a better understanding of the timing and relationships between sea-level changes, water circulation, sediment supply and geometry of this carbonate platform (synthesis in Da Silva and Boulvain, 2012). Nonetheless, there are still uncertainties and lack of data, mostly in the northwestern part of the platform. The lower Frasnian and the base of the middle Frasnian are dominated by shale lithologies and outcrops conditions are often very poor. To improve the understanding of this portion of the platform we performed a detailed sedimentological and magnetic susceptibility analyses on the continuous Frasnian La Thure quarry section. The exposed section is about 100 m-thick and covers a well-preserved relatively continuous stratigraphic interval extending from the *Mesotaxis falsiovalis* to *Palmatolepis hassi* biozones.

Based on field and microfacies observations we build a sedimentary model for the area. This model encompasses several fore-reef environmental settings such as distal slope, mud mound and fore-reef slope. The magnetic susceptibility covering the entire stratigraphic interval is compared with the microfacies curve. We also compared data from magnetic susceptibility with analyses of major and trace elements. Furthermore, we performed some extra magnetic measurements (hysteresis) in order to identify the origin of the minerals carrying the recorded signals.

Boulvain F., Bultynck P., Coen M., Coen-Aubert M., LaCroix D., Laloux M., Casier J.G., Dejonghe L., Dumoulin V., Ghysel P., Godefroid J., Helsen S., Mouavieff N.A., Sartenaer P., Tourneur F., Vanguestaine M. 1999. Les formations du Frasnien de la Belgique. Memoirs of the Geological Survey of Belgium 44: 1-125

Bultynck P., Dejonghe L. 2001. Devonian lithostratigraphic units (Belgium). In: Bultynck & Dejonghe, eds, Guide to a revised lithostratigraphic scale of Belgium. Geologica Belgica, 4/1-2: 39-60

Da Silva A.C., Boulvain F. 2011. Analyses of the Devonian (Frasnian) platform from Belgium: a multi-faceted approach for basin evolution reconstruction. Basin Research 23: 338-356

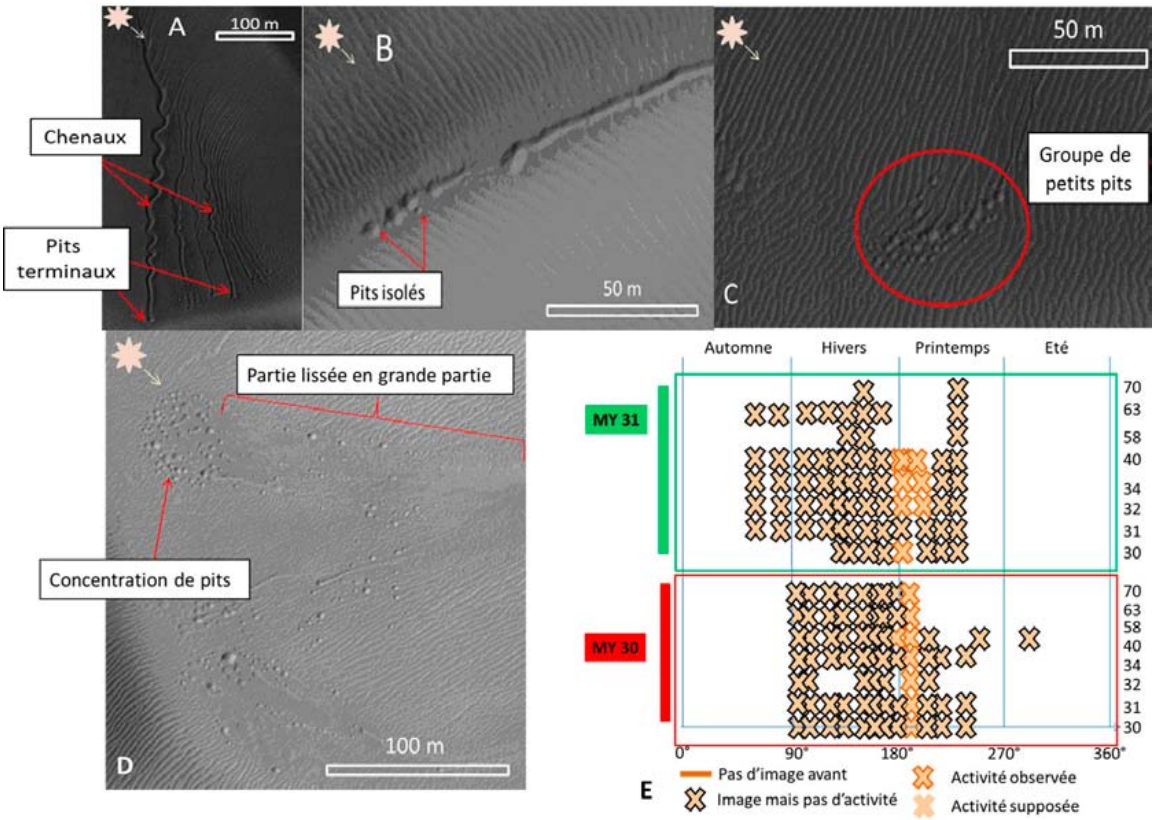
# ACTIVITES SAISONNIERES SUR MARS: LE CAS DU CRATERE MATARA

Kelly PASQUON[(1)], Julien GARGANI[(1,@)], Chiara MARMO[(1)],
Gwenael JOUANNIC[(1)], Susan CONWAY[(2)]

(1) IDES, University of Paris-Sud and CNRS, Orsay, France
(2) Open University, Milton Keynes, Angleterre
(@) julien.gargani@u-psud.fr

Depuis quelques années (2006), il est possible d'observer la surface de la planète Mars avec une grande précision (25cm/pixel) et de façon récurrente. Ceci est réalisé grâce à l'acquisition d'images issues de l'instrument HIRISE (High Resolution Imaging Science Experiment) de la sonde MRO (Mars Reconnaissance Orbiter). De nombreux phénomènes saisonniers sont observables désormais à la surface de Mars (Jouannic et al., 2010, 2012 ;2013 ; Dundas et al., 2010 ; 2012 ; Reiss et al., 2010 ; Kerezturi et al., 2011 ; Diniega et al., 2013) et certains sont encore inexpliqués.

L'étude de ces phénomènes sur le champs de dune au niveau du cratère Matara (-49,5° ; 34,7°) montrent que les dunes martiennes peuvent, en à peine quelques années, voir leur morphologie changer de façon importante. La surface martienne n'est pas aussi « figée » que ce que l'on pouvait penser il y a encore quelques années. Ces phénomènes produisent du transport parfois sur quelques mètres, mais aussi d'autres fois sur plusieurs kilomètres de distance. Ils se produisent l'hiver pour certain ou au début du printemps pour d'autres. Ces activités peuvent impliquer la participation d'un liquide (méandres visibles sur des pentes d'environ 10/12°), mais peuvent aussi dans d'autres cas être de simples mouvements granulaires à sec sur des pentes plus importantes (environ 25°) déstabilisées par le cycle du CO2.



# LES DEPRESSIONS FOSSILES DU PLATEAU DE DEMERARA : DES PALEO-POCKMARKS À HYDRATES ?

France PATTIER[1,2,@], Patrice IMBERT[3], Lies LONCKE[2], Virginie GAULLIER[2], Walter R. ROEST[1], Christophe BASILE[4], Agnès MAILLARD[5] et l'équipe scientifique IGUANES[6]

(1) Ifremer, Centre de Brest, Institut Carnot - Ifremer EDROME, UR Géosciences Marines, BP 70, 29280 Plouzané, France
(2) Univ. Perpignan Via Domitia, CEntre de Formation et de Recherche sur les Environnements Méditerranéens, UMR 5110, 52, avenue Paul Alduy, F-66860, Perpignan, France
(3) Total CSTJF, Avenue Larribau, 64000 Pau, France
(4) ISTerre, UMR-CNRS 5275, Observatoire des Sciences de l'Univers de Grenoble, Université Joseph Fourier, Maison des Géosciences, 1381 rue de la Piscine, 38400 St. Martin d'Hères, France
(5) GET - UMR 5563, Université de Toulouse 3, 14 avenue Edouard Belin, 31400 Toulouse, France
(6) T. Marsset, G. Bayon, C. Cathalot, JC Caprais, S. Bermell (Ifremer Brest), C. Sotin, B. Hebert (CEFREM), M. Mercier de Lépinay (CEFREM - TOTAL S.A.), JF. Lebrun, B. Marcaillou, A. Heuret (Université Antilles Guyane), L. Droz, D. Graindorge (UBO Brest), E. Poetisi, H. Berrenstein (Université Paramaribo), équipe Genavir.
(@) france.pattier@ifremer.fr

Au large de la Guyane française et du Surinam, le plateau de Demerara comprend une zone sub-horizontale jusque vers 1400 m de profondeur, puis une pente augmentant vers la plaine abyssale vers l'Est, le Nord et l'Ouest. La rupture de pente correspond dans ces trois directions à une ou plusieurs cicatrice d'arrachement où s'initient de très vastes corps sédimentaires glissés. A partir de section sismiques industrielles et acquises lors de la récente campagne IGUANES (Mai 2013), nous avons identifié de nombreuses dépressions circulaires fossiles en amont de ces cicatrices d'arrachement (2 km de diamètre en moyenne). Ces dépressions se sont formées au cours du Néogène, mais sont actuellement comblées.

En coupe, ces dépressions apparaissent comme des grabens ou demi-grabens, dans ce cas avec un remplissage en éventail multidirectionnel, c'est-à-dire visible quelle que soit l'orientation de la coupe. Les failles bordières sont également circulaires, et convergent vers le centre de la dépression. Certaines dépressions montrent une évolution polyphasée, des dépressions plus récentes recoupant des dépressions plus anciennes. Ces structures évoquent des dépressions formées par effondrement, et présentent de nombreuses similitudes avec des structures décrites récemment dans la littérature comme des pockmarks à hydrates de gaz.

Sur la bordure Nord-Est du plateau de Demerara, ces dépressions s'organisent en une ceinture arquée mimant la forme d'une masse sismiquement transparente sous-jacente. Elles se sont par ailleurs développées à l'aplomb d'un anticlinal affectant les séries anté-albiennes voire albiennes. Ces différentes structures (anticlinal et/ou masse glissée) auraient pu jouer le rôle de pourvoyeurs de fluides et permettre le développement de surpressions à la base d'un niveau d'hydrates de gaz Néogène. Cependant, ces structures profondes ne sont pas associées aux dépressions observées au Nord et Nord-Ouest du plateau.

Il est possible que ces structures aient été présente en aval des cicatrices d'arrachement, où leur formation a pu contribuer, voire initier les glissements gravitaires qui y sont systématiquement observés. Ces glissements auraient alors détruit la structure initiale, qui ne reste visible qu'en amont des cicatrices d'arrachement, dans la partie horizontale du plateau.

# INFLUENCE DES SURPRESSIONS DE FLUIDE SUR LES GLISSEMENTS LE LONG D'UNE MARGE TRANSFORMANTE : MODÉLISATION ANALOGIQUE ET APPLICATION AU PLATEAU DE DEMERARA (GUYANE FRANÇAISE)

France PATTIER[1,2,@], Bruno VENDEVILLE[3], Lies LONCKE[2], Aurélien LACOSTE[4],Virginie GAULLIER[2], Walter R. ROEST[1], Christophe BASILE[5], Agnès MAILLARD[6], Martin PATRIAT[1] & Gaëtan BLONDIAU[3]

(1) Ifremer, Centre de Brest, Institut Carnot - Ifremer EDROME, UR Géosciences Marines, BP 70, 29280 Plouzané, France
(2) CEFREM UMR 5110, Université de Perpignan Via Domitia, 52 Avenue Paul Alduy, 66860 Perpignan Cedex, France
(3) Géosystèmes - FRE 3298, Université de Lille 1, Bâtiment SN5, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex, France
(4) E.A. 6293 GéHCO, Parc de Grandmont, Université François Rabelais, 37200 Tours, France
(5) Institut des Sciences de la Terre, UMR-CNRS 5275, Observatoire des Sciences de l'Univers de Grenoble, Université Joseph Fourier, Maison des Géosciences, 1381 rue de la Piscine, 38400 St. Martin d'Hères, France
(6) GET - UMR 5563, Université de Toulouse 3, 14 avenue Edouard Belin, 31400 Toulouse, France
(@) france.pattier@ifremer.fr

Les marges transformantes sont caractérisées par une transition océan-continent abrupte et une pente continentale raide. Certaines d'entre elles sont bordées dans leur partie distale par une ride marginale qui bloque les transits sédimentaires vers le large et joue un rôle de butoir pour les instabilités gravitaires. D'autres marges transformantes sont basculées vers le large et ne présentent pas de ride marginale proéminente. Dans ce cas, la pente continentale constitue un bord libre, et de très vastes systèmes d'instabilités gravitaires ont été observés (Guyane Française et certaines portions de la marge de Côte d'Ivoire-Ghana). Le plateau de Demerara (Guyane Française) est en particulier affecté par un complexe glissé long de 80 km et épais de 300 m qui semble avoir évolué de façon rétrogressive au cours du temps. La cicatrice d'arrachement principale de ce complexe glissée se situe à l'aplomb du point de flexure de la marge vers le large. De très nombreuses sorties de fluides ont en outre été détectées à la surface de ce complexe glissée et des niveaux soumis à des surpressions de fluide ont été décrits en profondeur.

Nous avons utilisé un dispositif expérimental permettant d'appliquer de l'air comprimé à la base d'un modèle constitué de sable et de microbilles de verre afin de mieux comprendre le développement de glissements dans un contexte de marge transformante. Les modèles construits étaient appliqués au cas du plateau de Demerara: pente basale infléchie variant entre 0 et 3 ° et absence de butoir en partie distale. Nous avons réalisé deux séries d'expériences : (1) avec un niveau de décollement intra-sédimentaire et (2) avec deux niveaux de décollement intra-sédimentaires. La pression d'air appliquée à la base du modèle était augmentée jusqu'au déclenchement d'instabilités gravitaires au sein des modèles.

Ces expériences confirment que la couverture des marges transformantes est extrêmement instable en présence de surpression de fluides, même dans le cas de faibles pentes basales. L'insertion d'un deuxième niveau de décollement permet de générer des glissements pour des valeurs plus faibles de pression de fluide.

# GLISSEMENTS ET SORTIES DE FLUIDES DANS UNE MARGE TRANSFORMANTE, LE PLATEAU DE DEMERARA EST (GUYANE FRANÇAISE)

France PATTIER[1,2,@], Lies LONCKE[2], Virginie GAULLIER[2], Christophe BASILE[3], Agnès MAILLARD[4], Patrice IMBERT[5], Walter R. ROEST[1], Bruno C. VENDEVILLE[6], Martin PATRIAT[1], Benoît LOUBRIEU[1] et l'équipe scientifique IGUANES[7]

(1) Ifremer, Centre de Brest, Institut Carnot - Ifremer EDROME, UR Géosciences Marines, BP 70, 29280 Plouzané, France
(2) Univ. Perpignan Via Domitia, CEntre de Formation et de Recherche sur les Environnements Méditerranéens, UMR 5110, 52, avenue Paul Alduy, F-66860, Perpignan, France
(3) ISTerre, UMR-CNRS 5275, Observatoire des Sciences de l'Univers de Grenoble, Université Joseph Fourier, Maison des Géosciences, 1381 rue de la Piscine, 38400 St. Martin d'Hères, France
(4) GET - UMR 5563, Université de Toulouse 3, 14 avenue Edouard Belin, 31400 Toulouse, France
(5) Total CSTJF, Avenue Larribau, 64000 Pau, France
(6) UMR 8157 - Géosystèmes, U.F.R. des Sciences de la Terre, Université des Sciences et Technologie de Lille 1, Bâtiment S.N.5, Cité Scientifique, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex, France
(7) T. Marsset, G. Bayon, C. Cathalot, JC Caprais, S. Bermell (Ifremer Brest), C. Sotin, B. Hebert (CEFREM), M. Mercier de Lépinay (CEFREM - TOTAL S.A.), JF. Lebrun, B. Marcaillou, A. Heuret (Université Antilles Guyane), L. Droz, D. Graindorge (UBO Brest), E. Poetisi, H. Berrenstein (Université Paramaribo), équipe Genavir.
(@) france.pattier@ifremer.fr

Dans le cadre du programme français EXTRAPLAC, la campagne GUYAPLAC a été réalisée au large de la Guyane française, et a permis l'acquisition de données de bathymétrie et d'imagerie multifaisceaux, de données sismiques réflexion 6-traces et de sondeur 3.5 kHz.

Les données montrent que la succession cénozoïque post-tectonique d'une partie du plateau (en dessous de 2000 m de profondeur) contient une douzaine de masses glissées imbriquées. Le plan de décollement basal de ces masses glissées s'initie dans les séries du Paléocène, niveaux de faible perméabilité où les concentrations en méthane augmentent d'après le Leg ODP 207. Ces masses glissées sont disposées en aval d'une cicatrice d'arrachement régionale (au moins 150 km de long) et associées à deux familles de failles de compaction qui peuvent être des voies possibles pour la migration de fluide.

Les données bathymétriques présentent des dépressions circulaires à allongées (parallèles aux isobathes) interprétées comme des zones d'échappement de fluides (pockmarks), modifiées par un courant de fond. Le développement des masses glissées peut-être du à l'interaction des surpressions de fluide en profondeur avec la structure profonde de la marge, en particulier l'existence d'un «bord libre» définissant la limite avale du plateau. Le rôle des décollements stratigraphiques au sein de la succession du Cénozoïque est également suggéré.

Les résultats préliminaires de la récente campagne Iguanes (mai 2013) confirment ces observations. Ces données ont montré de nouveaux champs de pockmarks imagés avec une meilleure résolution (25 m). La cicatrice d'arrachement régionale est présente sur tout le plateau de Demerara et atteste la présence d'instabilités tout autour du plateau. Ces données permettront d'affiner la répartition des glissements et peut-être de mieux les dater.

# APPORT DES MINÉRAUX ARGILEUX AUX RECONSTITUTIONS PALÉOCLIMATIQUES DU JURASSIQUE

Pierre PELLENARD[1,@], Benjamin BRIGAUD[2], Jean-François DECONINCK[1]
Guillaume DERA[3], Morgane GIGOUX[2], Michaël HERMOSO[4]
Emmanuelle PUCÉAT[1], Ludovic BRUNEAU[1]

(1) UMR CNRS 6282 Biogéosciences, Univ. Bourgogne, 6 boulevard Gabriel, 21000 Dijon.
(2) UMR CNRS 8148 IDES, Univ. Paris-sud, Bâtiment 504, 91405 Orsay Cedex,
(3) UMR CNRS 5563 GET, Univ. Toulouse, OMP, 14 avenue Edouard Belin, 31400 Toulouse
(4) University of Oxford, Department of Earth Sciences, South Parks Road, Oxford OX1 3AN
@ Pierre.Pellenard@u-bourgogne.fr

L'interprétation en terme climatique des assemblages argileux des séries sédimentaires marines est envisageable lorsque 1) la diagenèse et les circulations de fluides n'altèrent pas la signature originelle des minéraux argileux, 2) l'érosion des couvertures pédologiques, contemporaines de la sédimentation, domine sur le remaniement des paléoaltérations. Le ruissellement imposé par une hydrolyse importante sur les continents, souvent lié à un climat chaud et humide, est un mécanisme important lors des processus d'altération chimique et physique des couvertures pédologiques, favorisant notamment, le développement, le transport et la sédimentation de kaolinite sur les plates-formes et bassins sédimentaires. Les sédiments marins à fortes proportions de kaolinite par rapport aux autres minéraux argileux sont par conséquent associés à des conditions climatiques humides.

Cette signature climatique des argiles est confrontée aux autres indicateurs du climat tels que les isotopes de l'oxygène, du carbone ou du strontium pour différentes périodes du Jurassique notamment pour les domaines sub-boréaux et téthysiens.

Pour le Jurassique inférieur (Plienbachien/Toarcien), une base de données sur les minéraux argileux de 60 localités européennes et méditerranéennes permet d□envisager à partir des périodes d□enrichissements en kaolinite, en parallèle des données de $\delta^{18}O$, du rapport Mg/Ca et des variations de $^{87}Sr/^{86}Sr$, des climats chauds hydrolysants au cours des zones à Davoei, Falciferum et Bifrons, à l'inverse du Pliensbachien ou du Toarcien supérieur (Dera *et al*., 2009). Un enrichissement notable en kaolinite suggérant un lessivage accru est par ailleurs enregistré durant l□événement anoxique du Toarcien (T-OAE).

Pour le passage Jurassique moyen/supérieur (Bathonien/Oxfordien), le parallélisme établi entre les signaux minéralogiques et géochimiques à l'échelle nord-européenne (France, Angleterre, Ecosse) implique une période marquée par des alternances de périodes chaudes et humides (Bathonien supérieur, Callovien moyen, Oxfordien moyen) et de périodes plus froides et plus sèches (Oxfordien inférieur, Oxfordien supérieur) dont les fluctuations relativement rapides, s'effectuent à l'échelle d'une zone d'ammonite.

Le Jurassique supérieur (Kimméridgien-Tithonien) révèle un changement minéralogique majeur suggérant une aridification du climat dès la fin du Tithonien inférieur avec un paroxysme au Tithonien supérieur à l'échelle de l'Europe, de l'Afrique du Nord et de l'Asie. Cette aridification, associée à un climat plus froid, aurait ainsi représenté un phénomène de grande ampleur, susceptible de générer le développement de calottes de glaces aux hautes latitudes. Un retour à des conditions plus humides se produit dès le Berriasien au sein de la sous-zone d'ammonite à *subalpina* et au sommet de la zone B des calpionelles.

Dera, G., Pellenard, P., Neige, P., Deconinck, J. F., Pucéat, E., & Dommergues, J. L. (2009). Distribution of clay minerals in Early Jurassic Peritethyan seas: Palaeoclimatic significance inferred from multiproxy comparisons. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, *271*(1), 39-51.

# L'EXTRÊME MOBILITÉ DES AVALANCHES DE DEBRIS VOLCANIQUES : DÉSINTÉGRATION DYNAMIQUE VS. FLUIDIFICATION MÉCANIQUE ? APPLICATION AUX DÉPÔTS D'AVALANCHES DE DÉBRIS DU MASSIF DU PITON DES NEIGES (ÎLE DE LA RÉUNION, OCÉAN INDIEN)

Hélène PERINOTTO[1, @], Jean-Luc SCHNEIDER[1], Patrick BACHELLERY[2]

(1) Univ. Bordeaux 1, UMR-CNRS 5805 EPOC, Avenue des Facultés, 33405 Talence
(2) OPGC, Univ. Blaise Pascal Clermont-Ferrand, 24, avenue des Landais, 63171 Aubière
(@) h.perinotto@epoc.u-bordeaux1.fr

La croissance verticale des édifices volcaniques est limitée par d'importantes instabilités gravitaires (> $10^6$ $m^3$) au niveau de leurs flancs. Il s'agit des avalanches de débris qui correspondent à de grands glissements de terrain qui se transforment en écoulements granulaires rapides. Leurs dépôts, de grand volume (jusqu'à quelques dizaines de $km^3$), sont hétérométriques et marqués par une importante fragmentation des matériaux rocheux transportés. Les mécanismes de transport qui confèrent aux avalanches de débris une mobilité très supérieure à celle des écoulements granulaires classiques, demeurent mal connus à ce jour. Parmi les nombreux modèles proposés pour expliquer cette mobilité, la fluidification mécanique (*par l'eau, les gaz, la matrice fine*) et la désintégration dynamique résultant de cisaillements internes au cours du transport sont actuellement privilégiées.

Une étude des processus de désintégration dynamique par une approche morphométrique à différentes échelles a été réalisée sur des éléments fragmentés des dépôts d'avalanches de débris du domaine émergé du versant occidental du massif du Piton des Neiges (île de La Réunion), le long d'un transect du domaine proximal (Cirque de Mafate) à la côte (Cap Lahoussaye). L'analyse de la dimension fractale et de la circularité des particules par analyse d'images numérisées ainsi que des observations au microscope électronique à balayage des surfaces des particules ont également été réalisées.

Les résultats de cette étude suggèrent l'action conjointe de deux processus favorisant la mobilité des avalanches de débris : (1) la désintégration dynamique (mécanisme dominant) par fragmentation isotrope des particules de grande taille (> 500 µm) mise en évidence par l'évolution des dimensions fractales et de la circularité avec la distance et (2) la fluidification mécanique de la matrice fine induite par son cisaillement et, corrélativement, sa dilatance.

# GÉOARCHÉOLOGIE DE LA VALLÉE DU LOIR : DYNAMIQUES FLUVIALES ET SOCIO-ENVIRONNEMENTALES À VAAS (SARTHE)

Julienne PIANA[1,@]

(1) Laboratoire ESO-Angers, UMR CNRS 6590, 5 bis boulevard Lavoisier 49 045 Angers Cedex
(@) julienne.piana@etud.univ-angers.fr

Les travaux récents réalisés dans la vallée du Loir ont permis d'identifier et de spatialiser les formations alluviales tardiglaciaires et holocènes (Piana, thèse en cours). Croisant approches morphostratigraphique et planimétrique au niveau des sections amont, médiane et aval de la vallée, l'étude des archives sédimentaires de la vallée du Loir a révélé la qualité des enregistrements alluviaux et leur fort potentiel pour caractériser la variabilité des flux hydrosédimentaires et des milieux fluviatiles au cours des derniers 15000 ans. Une approche multi-proxy (sédimentologie, géochimie, palynologie, entomologie, archéologie) a permis de proposer un premier modèle de morpho-stratigraphie des dépôts, de chrono-stratigraphie et d'évolution des dynamiques hydrosédimentaires et paléoenvironnementales au sein de la section médiane de la vallée du Loir (Piana *et al*., 2009, 2013). Dans la section aval de la rivière, une nouvelle fenêtre d'étude ouverte dans le secteur de Vaas (Sarthe) apporte des données complémentaires inédites. Fondées sur des analyses morpho-stratigraphiques (sondages à la tarière), sédimentologiques (granulométrie), géochimiques (dosage de la matière organique et des carbonates) et micromorphologiques, les dernières investigations permettent de retracer les dynamiques fluviales et socio-environnementales et d'évaluer les rythmes d'évolution des paysages alluviaux dans le secteur durant le Tradiglaciaire et l'Holocène. Ces nouveaux résultats permettent de contraindre le modèle pré-existant.

Bibliographie

Piana J., Carcaud N., Cyprien-Chouin A.-L., Visset L., Leroy D., « Dynamique paysagère tardiglaciaire et holocène dans la vallée du Loir à Pezou (Loir-et-Cher) : développements méthodologiques et premiers résultats », *Norois*, 213 | 2009, 73-88.

Piana J., Carcaud N., Cyprien-Chouin A.L., Gandouin E., Leroy D., Visset L., *The Loir River fluvial dynamics during the Lateglacial and the Holocene (France): multi-scaled and multi-proxy approach*, Livret des résumés, 8e Conférence Internationale de Géomorphologie de l'AIG, 27-31 août 2013

# IMPACT DES ÉVAPORITES SUR LA DIAGENESE DES SERIES FLUVIATILES DES MINI BASSINS SALIFERES DE SIVAS (TURQUIE)

Alexandre PICHAT[1,2,@], Guilhem HOAREAU[2], Jean-Marie ROUCHY[3]
Charlotte RIBES[1,2], Charlie KERGARAVAT[1,2], Cédric BONNEL[2],
Jean Paul CALLOT[2], Jean Claude RINGENBACH [1]

(1) TOTAL, Centre Scientifique et Technique Jean Feger. Avenue Larribau, 64018 Pau Cedex.
(2) LFC-R, IPRA - Université de Pau et des Pays de l'Adour, avenue de l'Université BP 1155, 64013 PAU CEDEX
(3) Muséum national d'Histoire naturelle, Laboratoire de Géologie - CNRS FRE 2400, 43 rue Buffon, F-75231 Paris cedex 05
(@) alexandre.pichat@total.com

Le Bassin Oligo-Miocène de Sivas (Turquie) est affecté par une tectonique salifère très exprimée dans sa partie centrale. Celle-ci s'est initiée à partir d'une épaisse accumulation d'évaporites : la formation de Hafik, probablement Oligocène moyen. Cette tectonique salifère a contribué au développement de mini-bassins continentaux à marins aujourd'hui basculés et isolés les uns des autres par des murs de sel et/ou sutures. L'aridité du climat, ainsi que la remobilisation chimique et/ou mécanique des évaporites diapiriques des bordures des mini bassins ont contribué au développement de nombreux dépôts évaporitiques de seconde génération. Ainsi, aux dépôts fluviatiles des mini bassins sont souvent associés des intervalles d'accumulation d'évaporites mises en place essentiellement en contexte de sebkha. Ces évaporites dépositionnelles peuvent combler certains mini bassins sur plusieurs centaines de mètres.

Pour quantifier l'influence d'un tel contexte sur les qualités réservoir des séries fluviatiles du bassin, une étude portant sur la diagenèse subie par les faciès continentaux des mini bassins a été entreprise. Elle permet de quantifier (i) la diagenèse associée à l'environnement de dépôt aride des grès et (ii) celle propre au contexte halocinétique des bordures de bassin.

Les observations pétrographiques montrent que les grès fluviatiles sont extrêmement polygéniques : grains carbonatés, ophiolitiques, magmatiques et plutoniques. 90% de la porosité est comblée, et ce par 3 types de ciments authigènes : analcime (~10%), quartz (~2%) et calcite (~88%). En périphérie des murs de sel (bordure des mini bassins), sur les premiers mètres bordant la structure salifère, la diagenèse s'exprime par une occlusion totale de la porosité par du gypse. Sur la base des relations pétrographiques (effectuées au microscope polarisant, cathodoluminescence, et MEB) une paragenèse des différentes phases de cimentation des grès est proposée :

- Les premiers minéraux authigènes à précipiter sont les analcimes et les surcroissances de quartz en conséquence de l'altération des grains volcaniques, rendue possible par la présence de fluides interstitiels très alcalins. Au vu du climat aride, ceux-ci peuvent être produit par un phénomène de pompage évaporitique en zone vadose. Cependant, ils peuvent aussi être issus de l'altération météorique des diapirs bordant les bassins.
- La seconde phase de cimentation est marquée par la précipitation de calcite à plus forte profondeur.
- A proximité des murs de sel, l'occlusion de la porosité semble avoir postdaté la cimentation calcitique. Cette diagenèse localisée démontre que des fluides évaporitiques ont pu circuler des murs de sel diapiriques vers l'intérieur du bassin contribuant ainsi à modifier localement les propriétés réservoirs.

# CYCLES SEDIMENTAIRES DANS LE SYSTEME TURBIDITIQUE DU CONGO (EX-ZAÏRE) : NATURE ET ORIGINE ?

Marie PICOT[1,@], Laurence DROZ[1], Tania MARSSET[2], Bernard DENNIELOU[2], François BAUDIN[3], Thomas SIONNEAU[1], Mathieu DALIBARD[4], Michael HERMOSO[5], Michel CREMER[6], Tristan HATIN[1], Martine BEZ[7] et l'équipe REPREZAÏ.

Laboratoire Domaines Océaniques, CNRS/UBO, IUEM, Place N. Copernic, 29280 Plouzané, France.
Laboratoire Environnements Sédimentaires, Ifremer, UR GM, BP 70, 29280 Plouzané, France.
Institut des Sciences de la Terre de Paris - UMR 7193 (UPMC-CNRS), Université Pierre et Marie Curie Paris 6, 4 place Jussieu, 75005 Paris, France.
Laboratoire SPE - UMR CNRS 6134, Université de Corse Pasquale Paoli, Campus Grimaldi BP 52, 20250 Corte, France.
Department of Earth Sciences, University of Oxford, South Parks Road, Oxford OX1 3AN,
Laboratoire Environnements et Paléoenvironnements Océaniques et Continentaux, UMR 5805 (CNRS), Université Bordeaux 1, Avenue des Facultés, 33405 Talence Cedex, France.
TOTAL, CSTJF, Avenue Larribau, 64000 Pau, France.
(@) marie.picot@univ-brest.fr

Le système turbiditique du Congo est l'un des plus grands éventails sous-marins du monde. Pour le Quaternaire, il résulte de l'accumulation d'environ 80 chenaux organisés en trois édifices individuels : l'édifice Nord (780 - 540ka), l'édifice Sud (540 - 210ka) et l'édifice Axial (210ka - aujourd'hui). Les travaux réalisés précédemment grâce au projet ZaïAngo (collaboration Ifremer/Total, 1998-2003) ont montré que différents paramètres architecturaux comme la longueur des chenaux sont organisés en cycles successifs de progradation/rétrogradation.

Comprendre l'origine de ces cycles permettra d'identifier les facteurs de contrôle de la sédimentation, et donc de l'architecture du système. De nombreux facteurs comme le climat, les variations eustatiques, la tectonique ainsi que la compensation doivent ainsi être considérés. L'activité actuelle du système suggère toutefois un impact négligeable des variations du niveau marin.

Une étude multi-proxy (mesures physiques, sédimentologie, biostratigraphie, argiles, pollens…) a été effectuée sur une carotte constituée d'une série hémipélagique contemporaine de la mise en place de l'édifice axial dans l'objectif d'obtenir une référence pour les changements paléo-climatiques et paléo-environnementaux des 210 derniers ka. Les premiers résultats montrent clairement l'influence des variations climatiques sur l'apport des sédiments, ce qui laisse entendre que le climat à lui seul est déjà un facteur de contrôle significatif.

Des données supplémentaires de bathymétrie, sismique et carottes sédimentaires ont été récemment acquises pour l'édifice axial (campagne Reprezaï, collaboration Ifremer/UMR6538, 2011), ce qui nous a permis de compléter l'étude architecturale de cet édifice et ainsi de mieux comprendre la distribution des dépôts-centres. Une chronologie absolue des cycles architecturaux, notamment des maxima et minima de progradation est actuellement en cours, basée sur des datations $^{14}C$, des données de stratigraphie isotopique ($\delta^{18}O$) et une étude multi-proxy des sédiments. Les résultats seront ensuite comparés à la carotte de référence.

L'ensemble de ces travaux permettra alors de définir les paramètres nécessaires à une future modélisation stratigraphique (IFPEN modèle Dionisos) visant à mieux comprendre l'évolution d'un système turbiditique en domaine tropical.

# LA GESTION ET VALORISATION DES DONNÉES ISSUES DE CAROTTES SÉDIMENTAIRES TERRESTRES EN FRANCE : VERS LA PROFESSIONNALISATION ET LA MUTUALISATION DE MOYENS

Cécile PIGNOL(1), Fabien ARNAUD(1), Marie-Elodie PERGA(2), Bruno GALABERTIER (1), Bernard FANGET(1), Laurent AUGUSTIN(3), Michel CALZAS(4)

(1) Laboratoire EDYTEM, Plate-forme Géomateriaux, UMR CNRS 5204, Université de Savoie, Bât. Pôle Montagne, 73376 Le Bourget du Lac cedex –
(2) Laboratoire INRA, Université de Savoie , UMR 0042 CARRTEL, 74203 Thonon-les-Bains
(3) C2FN - UP855 DT INSU Zone port. Bregaillon 83507 La Seyne sur Mer
(4) C2FN - UP855 DT INSU Bâtiment IPEV 29280 Plouzané
@ cecile.pignol@univ-savoie.fr

Les carottes sédimentaires lacustres font l'objet d'un intérêt grandissant de la part des paléoenvironnementalistes mais également d'écologues s'intéressant à la trajectoire des écosystèmes. Les carottes marines ou continentales prélevées dans le cadre de consortium internationaux (IODP, ICDP) font l'objet de toutes les attentions - de la mission de prélèvement jusqu'à leurs stockage, en passant par la mise à disposition, suivi et valorisation d'échantillons. Peut-on envisager la transposition de tels dispositifs à l'échelle nationale ? C'est l'un des défis que se propose de relever CLIMOR (Equipex ANR-11-EQPX-0009).

Le besoin de gestion de carottes sédimentaires lacustres est illustré par le Projet ANR Iper-retro[1], qui a constitué sans doute le plus important effort de recherche paléolimnologique jamais réalisé sur les grands lacs français (Bourget, Annecy, Léman). Ce projet, tout à la fois multi-sites, multi-thématiques, multi-proxies, multi-partenaires (la plupart biologistes, ignorant tout de l'étude des sédiments) et international, concentrait la plupart des défis de gestion associés à un grand projet d'étude de carottes sédimentaires. Au total, ce sont 132 carottes prélevées dans 3 lacs différents qui ont du être datées, inter-corrélées et plus de 6000 échantillons qui ont été prélevés, inter-datés, distribués et suivis dans une banque de données mutualisée.

La gestion de ces 132 carottes a reposé sur le recrutement d'un « curator « qui a mis en place dès le début du programme des procédures permettant le suivi des besoins et du partage d'échantillons de chaque membre. En parallèle, il a fallu identifier et mettre en place rapidement un outil de gestion des metadonnées et des données associées à chaque 1/2 carotte du projet tout en prévoyant au mieux les questionnements, à la fois de mutualisation d'échantillons ou de données, mais aussi de répondre à la problématique d'archivage, de traçabilité, de la qualité des carottes et des données. Nous proposons de nous appuyer sur cette expérience pour poser les fondements d'une future banque de données associée au Centre de Carottage et de Forage National (C2FN)[2].

Les perspectives aujourd'hui sont grandes. La carothèque du laboratoire EDYTEM compte une quarantaine de lacs et on remarque depuis maintenant plus de deux ans, un accroissement des demandes d'échantillons disponibles et datés et de données validées de la part de laboratoires étrangers à l'étude sédimentaire. Ce mouvement vers la réutilisation de carottes prélevées dans un but autre est un excellent moyen pour favoriser l'interdisciplinarité et valoriser les investissements publics de recherche. Cette demande croissante met en relief la pertinence, voire la nécessité, de développer une base de données s'inspirant de celle de IODP-ICDP «Drilling Information System DIS «[3]. L'Equipex CLIMCOR va permettre, en complément de l'émergence de nouvelles capacités de carottage (SediDrill, etc.), le développement d'un outil adapté pour la gestion et la traçabilité des objets « carottes « tout au long de leur archivage. Il s'agit d'une condition préalable pour évoluer à terme vers le partage de données.

[1] ANR Iper-retro : Impact des PERturbations sur les REseaux TROphiques en lacs (2009-2013)
[2] C2FN : Centre de Carottage et de Forage National
[3] Capture of scientific drilling data using the special On-Site Drilling Information System DIS [Conze, Krysiak 1999]

# MODÉLISATION NUMÉRIQUE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET CRYOSPHÉRIQUES DURANT L'ORDOVICIEN

Alexandre POHL[1,@], Yannick DONNADIEU[1], Guillaume LE HIR[2], Christophe DUMAS[1], Jean-François BUONCRISTIANI[3], Emmanuelle VENNIN[3]

(1) Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement UMR 8212 - CNRS-CEA-UVSQ, CEA Saclay, Orme des Merisiers, 91191 Gif-sur-Yvette cedex, France
(2) Institut de Physique du Globe de Paris, Université Paris7-Denis Diderot, 1 rue Jussieu, 75005 Paris, France
(3) Laboratoire Biogeosciences UMR/CNRS 6282, Université de Bourgogne, 6 Bd Gabriel, 21000 Dijon, France
(@) pohl.alexandre@gmail.com

L'Ordovicien (485-443Ma) est une période de transition climatique caractérisée par un refroidissement très important. Les proxies du climat et les modèles géochimiques indiquent un climat chaud lors de l'Ordovicien inf.-moy., associé à des teneurs atmosphériques en $CO_2$ ($pCO_2$) de l'ordre de 15 PAL (*preindustrial atmospheric level* : 280 ppm). Pourtant de nombreux indices sédimentaires suggèrent une glaciation majeure à l'Ordovicien terminal. De nombreuses missions de terrain menées sur les affleurements du continent Gondwana ont documenté le registre sédimentaire de la glaciation. Deux scénarios d'extension des glaces sont désormais envisagés et la durée de l'intervalle glaciaire reste débattue. La plupart des hypothèses envisagent aujourd'hui une chute de température associée à une baisse de la $pCO_2$, mais aucun scénario consensuel n'a été obtenu à ce jour.

Afin d'étudier la transition climatique de l'Ordovicien, nous proposons ici une étude par modélisation numérique. Des tests de sensibilité ont été menés avec un modèle de circulation générale couplé océan-atmosphère (FOAM, Fast Ocean Atmosphere Model). Une constante solaire plus faible de 3.5% par rapport à l'actuel a été utilisée (conditions ordoviciennes). L'influence de la $pCO_2$ a été étudiée entre 4 et 16 PAL. Les expériences ont été réalisées pour 3 configurations paléogéographiques : à 470 Ma (configuration pré-glaciaire), 450 Ma (paléogéographie proche du maximum glaciaire) et 430 Ma (configuration de la déglaciation silurienne).

Les résultats montrent un comportement non linéaire du système climatique ordovicien. Le climat peut bifurquer brutalement vers un « mode chaud » ou un « mode froid » sous l'effet de faibles variations du forçage atmosphérique (*i.e.* la $pCO_2$). Le mode froid est défini par une banquise de grande extension et une chute rapide des températures. Cet emballement du système est expliqué par les rétroactions de la glace et des nuages qui, en l'absence de continents dans la zone polaire de l'Hémisphère Nord, conduisent à une amplification du refroidissement.

Les résultats ont été comparés aux données publiées des températures océaniques tropicales obtenues par géochimie de l'oxygène. Le Katien (450 Ma), intervalle pour lequel la présence de glaces est débattue, aurait été marqué par un mode climatique chaud et une $pCO_2$ égale à ~8X. Le passage du seuil climatique aurait permis la mise en place du maximum glaciaire (444 Ma, ~6X). Les résultats de ce modèle proposent donc une nouvelle explication à la mise en place soudaine du maximum glaciaire à la fin de l'Ordovicien sans avoir recours à chute brutale de la $pCO_2$. Les sorties climatiques ont dans un second temps été couplées à un modèle de calotte glaciaire. Au cours du Katien, le volume simulé est cohérent avec celui récemment estimé par $\Delta^{47}CO_2$. Cette étude supporte donc une glaciation de longue durée. Les résultats révèlent également un possible forçage globotectonique de la déglaciation silurienne.

# MODÉLISATION DE L'ÉROSION DES SOLS SUR LE BASSIN VERSANT DE LA CHARENTE : COMPARAISON DES TRANSFERTS SÉDIMENTAIRES CONTINENT-OCÉAN ACTUELS ET PASSÉS

Clément POIRIER(1,@), Éric CHAUMILLON(1), Cyril POITEVIN(1)

(1) Littoral Environnement Sociétés, Université de La Rochelle, CNRS, 2 rue Olympe de Gouges, 17000 La Rochelle
(@) clement.poirier@univ-lr.fr

Les pratiques humaines d'exploitation des sols contrôlent en partie les processus d'érosion et contribuent, à l'échelle mondiale, à augmenter la charge sédimentaire des fleuves de l'ordre de 2.3 ± 0.6 $Gt.a^{-1}$ par rapport à des conditions pré-anthropiques (Syvitski et al., 2005). Cette perturbation majeure se traduit dans de nombreux environnements littoraux par un envasement (Poirier et al. 2011). L'étude haute-résolution d'un enregistrement sédimentaire en baie de Marennes-Oléron a mis en évidence un tel envasement, *a priori* en réponse à une augmentation des précipitations hivernales au XVIII$^{e}$ siècle qui ont aggravé l'érosion de bassins versants préalablement fragilisés par la déforestation (Poirier et al., 2011). L'érosion des sols étant complexe, non-linéaire et multifactorielle, l'hypothèse de ce couplage doit être vérifiée à l'aide d'une méthode expérimentale.

Cette contribution présente les résultats obtenus par la modélisation numérique de l'érosion des sols sur le bassin versant de la Charente, contributeur majeur en sédiment de la baie de Marennes-Oléron. L'objectif est de simuler les apports sédimentaires actuels et passés (XVIII$^{e}$ siècle) afin de les comparer avec l'enregistrement sédimentaire existant. Le modèle WaTEM/SEDEM (Verstraeten et al., 2002) résout spatialement l'équation RUSLE à l'échelle de la parcelle mais simule également le transport des matériaux érodés le long du réseau de drainage pour prédire la charge sédimentaire au débouché de l'estuaire. Outre des données topographiques (SRTM 30 m) et pédologiques (European Soil DataBase), le modèle repose sur des données de couverture des sols et de précipitations. Pour les conditions actuelles, la couverture des sols est extraite de la base de données Corine Land Cover 2000 et les précipitations de WorldClim. Pour les conditions passées, la couverture des sols est reconstituée en croisant la reconstruction de Pongratz et al. (2008) avec une numérisation des cartes de Cassini (Vallauri et al., 2012), tandis que les données de précipitations sont extraites de la reconstruction paléoclimatologique de Pauling et al. (2006).

Après calibration par des mesures de terrain, le modèle prédit en conditions actuelles un rendement sédimentaire de la Charente de 4.38 $t.km^{-2}.a^{-1}$, ce qui est cohérent avec 3 publications basées sur des méthodes d'estimation différentes. Une analyse de sensibilité montre le rôle prépondérant de la déforestation sur les transferts sédimentaires continent-océan, mais confirme également une influence secondaire mais importante des variations climatiques par rapport à d'autres bassins versants de taille similaire (Verstraeten et al., 2002). Le paramètre d'érosivité des pluies augmente d'un facteur 4 au début du XVIII$^{e}$ siècle, soit un facteur identique à celui d'augmentation du taux de sédimentation dans la baie de Marennes-Oléron à la même époque, ce qui confirme l'hypothèse formulée précédemment (Poirier et al., 2011).

Bibliographie

Pauling et al., 2006. Climate Dynamics 26 (4), 387–405.
Poirier et al., 2011. Marine Geology 299, 51–62.
Pongratz et al., 2008. DOI:10.1594/WDCC/RECON_LAND_COVER_800-1992
Syvitski et al., 2005. Science 308, 376–380.
Vallauri et al., 2012. Rapport WWF/INRA.
Verstraeten et al., 2012. Soil Use and Management 19, 386–394.

# CARACTÉRISATION GEOCHIMIQUE ET MINERALOGIQUE DU GISEMENT DE ZOOVCH OVOO (MONGOLIE) DE TYPE ROLL-FRONT

Tony PONS[1,2,@], Maurice PAGEL[1], Régis ROY[2], Jean REYX[2], Marc BROUAND[2]

(1) UMR CNRS 8148 IDES, Université Paris Sud, Bâtiment 504, ORSAY Cedex
(2) AREVA Mines DGS/GT, 1 place Jean Miller, 92084 PARIS La Défense Cedex
(@) tony.pons@u-psud.fr ; tony.pons@areva.com

Le modèle génétique classique des gisements de type roll-front implique la circulation d'eau météorique oxydante dans des grès réducteurs qui présentent des couleurs contrastées (noires à grises pour la partie réduite et de jaunes à rouges pour la partie oxydée). Ces variations de couleur sont dues au changement d'état de valence du fer, passant de l'état FeII, dans les conditions réductrices sous forme de sulfures de fer, à FeIII, dans les conditions oxydantes sous forme d'oxy-hydroxydes de fer. L'exploration des gisements d'uranium de type roll front devrait être améliorée par une meilleure compréhension de leur mode de formation, ce qui nécessite des études minéralogiques et géochimiques, puis la conception de modèles génétiques.

Cette étude porte sur le gisement de Zoovch Ovoo, localisé dans le bassin de Sainshand qui est un sous bassin du Bassin de Est Gobi, au sud est de la Mongolie. Les échantillons proviennent de 14 sondages, soit plus de 300 échantillons allant de la partie oxydée à la partie réduite. La méthodologie employée est basée sur la caractérisation et la zonation des minéraux du fer qui sont de très bons marqueurs des conditions rédox. La spectrométrie infrarouge de terrain (TerraSpec) à été employée ici, car c'est une méthode rapide d'indentification minéralogique notamment pour les oxy-hydroxydes de fer. De plus, cette étude s'appuie sur des données d'analyses pétrographiques et minéralogiques standards (microscope optique en lumière transmise et réfléchie, microcopie électronique à balayage, diffraction des rayons X et spectrométrie Raman), couplées à des analyses géochimiques des éléments majeurs et en traces (plus FeII, $C_{org}$, Se, St et Hg) sur roche totales, ainsi que des analyses à la sonde électronique sur les sulfures et oxy-hydroxydes de fer.

Cinq zones du roll-front peuvent être identifiées : (1) La zone réduite caractérisée par la présence de matière organique et de pyrite (framboïdale et en ciment) ; (2) La zone minéralisée caractérisée par la présence de minéraux d'uranium et de pyrite (octaédrique et entre les feuillets des phyllosilicates qui contiennent de l'As) et avec des teneurs supérieures en chlorite par rapport à la zone réduite ; (3) Une zone riche en sélénium caractérisée à la fois en géochimie (de 125 à 326 ppm de Se) et par la présence de cristaux aciculaires de Se natif dans les échantillons ; (4) Une zone proche de la minéralisation oxydée, principalement de couleur jaune (caractérisée par la présence de goethite en forme d'étoile) et quelques échantillons rouges (caractérisés par la présence d'hématite en paillette). Ces derniers sont corrélés avec une teneur en $Fe_2O_3$ (plus de 3 %) plus élevée que la zone oxydée à goethite (moins de 2 %). De plus, ces échantillons à hématite ont des faciès plus fins (silts et argiles) que les échantillons à goethite plutôt sableux ; (5) Une zone plus éloignée de la minéralisation de couleur jaune et présentant systématiquement des cristaux de goethite en forme d'étoile. Les teneurs en uranium sont cinq fois moins élevés que dans la zone précédente. De plus, un indice spectral original issu de l'analyse des spectres infrarouges a permis de délimiter la zone réduite de la zone oxydée, basée sur la présence ou non d'oxy-hydroxydes de fer.

# VERS UN MODÈLE GÉNÉRAL DES CARBONATES RE-SÉDIMENTÉS ? EXEMPLE DE LA FORMATION DES BRÈCHES DE BAKIO AUTOUR DU DIAPIR DE BAKIO (PAYS BASQUE, ESPAGNE)

Yohann POPRAWSKI[1,@], Christophe BASILE[1], Luis AGIRREZABALA[2], Etienne JAILLARD[1], Matthieu GAUDIN[3] et Thierry JACQUIN[3]

(1) **ISTerre**, BP 53, 38041 Grenoble, CEDEX 9, France
(2) Estratigrafia eta Paleontologia Saila, Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU, 644 P.K., 48080 Bilbo, The Basque Country, Spain
(3) Geolink, 13 Chemin Dhuy 38240 Meylan, France
(@) poprawski@hotmail.fr

Le diapir de Bakio a fonctionné pendant l'Albien moyen et supérieur comme le montrent les éventails sédimentaires, les discordances angulaires, les slumps et autres dépôts gravitaires présents dans ses flancs. La présence de carbonates de plate-forme re-sédimentés autour du diapir suggère qu'une plateforme carbonatée était développée au toit du diapir. Ces carbonates (Formation de brèches de Bakio et unité Punta de Bakio) sont composés d'orthobrèches (brèche sans matrice), de parabrèches (brèche avec une matrice marneuse), de calcarénites, de turbidites carbonatées et de marnes.

Deux coupes stratigraphiques dans chaque flanc du diapir, des analyses de faciès et leurs variations latérales, nous permettent de caractériser les processus de dépôts associés à chaque faciès. Nous interprétons les orthobrèches et les calcarénites comme les faciès les plus proximaux, directement remaniées depuis la plateforme carbonatée, sous forme d'avalanches de débris et de « grain flows ». Les parabrèches représentent des facies plus distaux et semblent résulter de différents processus. Le premier processus pourrait être l'incorporation de marnes lors d'avalanches de débris qui se déplaceraient sur une grande distance. Le deuxième processus pourrait être le remaniement sous forme de slump de matériel déposé précédemment, comme par exemple un slump majeur du flanc est du diapir, qui remanie des orthobrèches et des calcarénites intercalées avec des marnes et qui passe latéralement à des parabrèches. Les parabrèches peuvent donc être interprétées comme des « mud-supported debris flows » et peuvent être comparées aux facies F2 et F3, utilisés dans la classification de Mutti pour les turbidites détritiques. Les turbidites carbonatées pourraient provenir de la transformation des parabrèches avec une ségrégation d'un nuage sableux lors du transport vers le bas de la pente. Elles peuvent être interprétées comme des facies F9 de Mutti.

A partir de nos données, nous proposons deux modèles différents en fonction de la pente, qui détermine la présence ou l'absence de marnes. (i) Dans un premier cas, avec une pente très importante, e.g. un escarpement de faille, seules les orthobrèches et les calcarénites pourront se déposer en pied de pente, dans une zone de pente insuffisante pour générer des slumps ou pour permettre un long transport incorporant de la matrice marneuse. (ii) Dans le second cas, avec une pente plus faible, les orthobrèches et les calcarénites pourront être inter-stratifiées avec des marnes sur le haut de la pente. Dans ce cas, ces sédiments pourront glisser le long de la pente sous forme de slumps puis de « mud-supported debris flows ». Il est aussi possible que les avalanches de débris puissent incorporer des marnes pour former des parabrèches dans le bas de la pente. Ces évènements gravitaires pourront évoluer vers le bas de la pente pour former des turbidites carbonatées par ségrégation des particules fines. Par ailleurs, les brèches de Bakio se développent dans un contexte de hausse du niveau marin relatif. Cela nous permet de discuter et de remettre en question l'interprétation communément admise des carbonates re-sédimentés comme indicateurs de baisse du niveau marin relatif. Dans notre cas, la présence de ces facies est directement liée aux processus halocinétiques plutôt qu'à des variations relatives du niveau marin.

# LES CONCRÉTIONS CARBONATÉES TUBULAIRES DE LA MARGE ÉMERGÉE DE NOUVELLE- ZÉLANDE : DES MARQUEURS DE CIRCULATIONS DE FLUIDES

Jean-Luc POTDEVIN [1,@], Frank CHANIER[1], Nicolas TRIBOVILLARD[1]

(1) Université de LILLE 1, UFR Sciences de la Terre, Bâtiment SN5, UMR 8217 CNRS Géosystèmes, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex
(@) jean-luc.potdevin@univ-lille1.fr

Les concrétions carbonatées centimétriques à métriques sont des structures fréquentes et souvent spectaculaires rencontrées dans les séries sédimentaires de marges actives et passives (Sellès-Martinez, 1996). Par exemple, les nodules carbonatés de forme globalement sphérique et régulièrement ordonnés par rapport à la stratigraphie sont des structures qui ont fait l'objet de nombreuses études. Ils sont souvent interprétés comme le résultat d'une précipitation locale dans un milieu homogène par des phénomènes plus ou moins complexes d'auto-organisation. Depuis quelques années et la mise en évidence de structures qui marquent l'échappement de fluides à la surface des séries sédimentaires (volcans de boue, communautés biologiques, pockmarks, …), l'attention s'est portée sur des concrétions carbonatées métriques à décamétriques dont la forme tubulaire pourrait résulter d'échappements et donc de circulations de fluides importantes (Ledésert et al, 2003).

Ces « tubes minéralisés » pourraient être la marque fossilisée par la précipitation de carbonates de certains des drains qui ont permis d'alimenter de la profondeur vers la surface les volcans de boue et les communautés biologiques qui s'installent sur certains fonds marins, notamment aux fronts des zones de subduction. La marge active émergée Hikurangi en Nouvelle Zélande montre différents exemples de concrétions carbonatées tubulaires qui recoupent verticalement les séries sédimentaires néogènes. Ces concrétions traversent généralement des formations massives et homogènes de type siltstone. Les formes sont variables mais la plupart montrent une forme cylindrique dont le diamètre est décimétrique à métrique, avec une longueur estimée qui peut dépasser 20 mètres à l'affleurement. Elles présentent aussi généralement un canal central souvent comblé soit par des minéralisations, soit par des sédiments. Elles apparaissent très localisées sur le terrain. Une analyse géométrique, géochimique et minéralogique détaillée de certaines de ses concrétions a été entreprise. Les résultats de cette analyse permettent de discuter du mode de formation de ces concrétions et de leur signification en terme d'activité des fluides dans la marge.

Bibliographie

Sellès-Martinez J. (1996). Concretion morphology, classification and genesis. Earth Science Reviews, v. 41, 177-210.

Ledésert, B., Buret, C., Chanier, F., Ferrière, J., and Recourt, P. (2003). Tubular structures of northern Wairarapa (New Zealand) as possible examples of ancient fluid expulsion in an accretionary prism: evidence from field and petrographical observations. Geological Society, London, Special Publications, v. 216, 95-107.

# LES RÉSEAUX DE RÉFÉRENCE DES OBSERVATIONS MARÉGRAPHIQUES : REFMAR

Nicolas POUVREAU[1,@] et l'équipe REFMAR[1]

(1) SHOM, 13 rue du Chatellier, 29200 Brest
(@) nicolas.pouvreau@shom.fr

La mesure des hauteurs d'eau le long du littoral satisfait de multiples besoins, pour de nombreux utilisateurs et à différentes échelles de temps : sécurité de la navigation, élaboration des cartes marines, calcul de références altimétriques maritimes, amélioration des prédictions de marée et des modèles hydrodynamiques, calibration des altimètres radars embarqués sur satellite, gestion intégrée des zones côtières, aménagement et dimensionnement d'ouvrages par l'étude statistique des surcotes et des niveaux extrêmes, étude de l'évolution du niveau moyen des mers, quantification des comportements morphodynamique, géomorphologique ou sédimentologique (Simon, 2007), etc.

Le rôle de référent relatif à l'observation du niveau de la mer et à la gestion et la diffusion des données en résultant, confié au SHOM par le Premier ministre en 2010 (Instruction 863/SGMER), vise à diffuser les observations du niveau de la mer et à les rendre exploitables et utilisables pour le plus grand nombre d'applications, dans le respect de critères définis par les programmes internationaux de l'Organisation Hydrographique Internationale, de l'Organisation Météorologique Mondiale ou de la Commission Océanographique Intergouvernementale par exemple (Voineson et al., 2011). De plus, le référent doit avoir un rôle de conseil auprès des organismes partenaires : utilisation, maintenance et contrôles des marégraphes, vérification de la stabilité locale par nivellement géométrique et par surveillance géodésique, accompagnement d'instrumentation de nouveaux sites. Des moyens nécessaires à l'exercice de cette coordination ont été confiés au SHOM par les ministères de l'écologie – développement durable et de l'intérieur dans le cadre du projet de Centre Régional d'Alerte aux Tsunamis pour l'Atlantique Nord-Est et la Méditerranée (CRATANEM). Ce rôle s'intègre dans le projet des Réseaux de référence des observations marégraphiques : REFMAR (figure).

Aujourd'hui, plusieurs producteurs de données de hauteurs d'eau ont rejoint REFMAR. Il s'agit de la Direction de la Mer de la Guyane, de la DREAL Languedoc Roussillon, du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire, du Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, de l'Institut de Physique et du Globe de Paris, du LEGOS, du Service de prévision des crues littoral atlantique (MEDDE/DDTM17), du réseau RONIM du SHOM, de l'Université de Polynésie française, de l'University of Hawaii Sea Level Center. Actuellement, les données brutes de 84 stations référencées en France et Outre-mer sont collectées et mises à disposition de la communauté scientifique sur le portail Internet refmar.shom.fr.

Figure. *Logo des Réseaux de référence des observations marégraphiques REFMAR.*

Bibliographie

Simon B. (2007). La marée océanique côtière. Collection «synthèse». Institut océanographique éditeur. 434 p.
Voineson G., Pouvreau N., Testut L., Coulomb A., Barriot J-P., Woppelmann G. (2011). National Report of France to the XIIth GLOSS Group of Expert Meeting. UNESCO, Paris, 09-11 November 2011. 10 p.

# GEOMORPHOLOGIE ET SEDIMENTOLOGIE D'UNE PLATE-FORME CARBONATEE ISOLEE: L'ARCHIPEL DES GLORIEUSES, SO OCEAN INDIEN

Sophie PRAT[1,@], Stéphan JORRY[1], Gwénaël JOUET[1], Pascal LE ROY[2], Gilbert CAMOIN[3], Claude VELLA[3], Bruno CALINE[4]

(1) IFREMER, Laboratoire environnements Sédimentaires, BP 70, 29280 Plouzané, France
(2) Université de Brest, CNRS, IUEM, Place Copernic, 29280 Plouzané, France
(3) CEREGE, Europole de l'Arbois, B.P. 80, F-13545 Aix-en-Provence cedex 4, France
(4) TOTAL Exploration and Production Carbonate Sedimentology Group, CSTJF, Avenue Larribau, 64000 Pau, France
(@) Sophie.Prat@ifremer.fr

Améliorer nos connaissances sur la distribution des sédiments carbonatés dans les systèmes récifaux actuels sert à définir des analogues afin de mieux comprendre les réservoirs à hydrocarbures exploités dans les formations récifales fossiles. Bien que le rôle des changements du niveau marin, de la tectonique et de la sédimentation sur la dynamique et l'évolution des plates-formes carbonatées tropicales ait été largement étudié, la variabilité sédimentaire et les facteurs qui contrôlent cette hétérogénéité sont moins bien connus. Quelques études illustrent bien cette répartition des sédiments au sein des plates-formes carbonatées actuelles (Purdy et Gischler, 2003; Thudhope et al., 1985; Maxwell, 1973), mais il existe peu de cas étudiés dans l'océan Indien.

Cette étude présente l'analyse géomorphologique et sédimentologique de l'archipel des Glorieuses, une plate-forme carbonatée isolée localisée au Nord de Madagascar. L'acquisition de bennes à sédiment a été réalisée dans le cadre du projet REEFCORES (REEFs and CORals form the EparseS) en 2011 puis en 2013. Des données bathymétriques et topographiques (Lidar) haute résolution acquises en 2011 (projet Litho 3D) ont permis une cartographie détaillée des corps sédimentaires sableux et bioconstruits. Des analyses granulométriques et de composition des grains carbonatés permettent de caractériser la distribution et l'hétérogénéité des sables accumulés sur cette plate-forme isolée.

Cette étude montre que l'archipel des Glorieuses est constitué de plusieurs unités morphologiques: un avant récif, une barrière récifale, un apron, une plate-forme interne (< 15 m de profondeur) et externe (> 15 m de profondeur jusqu'à 25 mètres) et enfin de quatre îlots émergés. Par ordre d'abondance, les principaux constituants carbonatés identifiés sont des segments d'Halimeda, des débris de coraux, des grands foraminifères benthiques, des mollusques, des échinodermes, des bryozoaires ainsi que des spicules d'éponges. La quasi-absence de boue carbonatée sur l'archipel peut s'expliquer par la forte exposition de la plateforme interne sur l'océan ouvert. La distribution spatiale des sédiments carbonatés sur cet archipel est principalement contrôlée par leur lieu de production et par leur remaniement (courants marins, tempêtes,...). Pour conclure, une étude comparative avec l'île de Juan de Nova, située plus au sud dans le canal du Mozambique, permettra de discuter les différences morphologiques et sédimentaires entre ces deux systèmes récifaux caractéristiques des plates-formes isolées de l'océan Indien.

PURDY, E.G., AND GISCHLER, E., 2003, The Belize margin revisited. 1. Holocene marine facies: International Journal of Earth Sciences, v. 92, p. 532–551.
TUDHOPE, A.W., SCOFFIN, T.P., STODDART, D.R., AND WOODROFFE, C.D., 1985, Sediments of Suwarrow Atoll: 5th International Coral Reef Symposium, Tahiti, Proceedings, v. 6, p. 611–616.
MAXWELL, W.G.H., 1973, Sediments of the Great Barrier Reef Province, in Jones, O.A., and Endean, R., eds., Biology and Geology of Coral Reefs, volume 1: New York, Academic Press, p. 299–345.

# ARCHITECTURE ET DYNAMIQUE D'UN SYSTEME DE MASS TRANSPORT COMPLEX LE LONG DE LA PENTE OCCIDENTALE DE GREAT BAHAMA BANK

Mélanie PRINCIPAUD[1,@], Thierry MULDER[1], Jean BORGOMANO[2], Emmanuelle DUCASSOU[1], Hervé GILLET[1], Vincent HANQUIEZ[1], Elsa TOURNADOUR[1]

(1) Université Bordeaux 1, UMR 5805 EPOC, 33405 Talence cedex, France,
(2) Total CSTJF, Avenue Larribau, 64018 Pau cedex, France
(@) m.principaud@epoc.u-bordeaux1.fr

Les instabilités gravitaires constituent le principal processus responsable de l'évolution morphologique et dynamique des pentes continentales. La pente occidentale de Great Bahama Bank est caractérisée par la présence de grandes cicatrices d'arrachement associées à un système de Mass Transport Complex (MTC). Une analyse morphométrique et géométrique basée sur des données bathymétriques et sismiques haute résolution a permis une meilleure compréhension du mécanisme de déclenchement et des paramètres de forçage à l'origine de ce type de dépôt.

La morphologie du fond marin indique une initiation du glissement au niveau de la pente moyenne, entre 450 et 550 m de bathymétrie. Il se compose de trois cicatrices de 80 à 110 m de haut, qui s'étendent sur environ 9 km et se terminent par une zone de déformation plus lente au Nord. Des pockmarks dont le diamètre ne dépasse pas 50 m s'observent au sommet de la cicatrice. La partie aval se caractérise par une surface chaotique interprétée comme une succession latérale de blocs enfouis recouverts par des dépôts plus récents et colonisés par des carbonates d'eau froide. Cette zone s'étend vers l'ouest sur environ 20 km et se termine par des blocs rectangulaires massifs, de longueur comprise entre 0,8 et 2 km et d'environ 50 m d'épaisseur. L'ensemble de cette déformation recouvre une aire d'environ 300 $km^2$.

En sismique, la partie proximale du MTC se compose d'une série de blocs basculés au-dessus d'une surface de glissement. Il se poursuit par des sédiments non structurés et non stratifiés, caractérisés par un facies acoustique chaotique semi transparent pouvant contenir des réflexions de forte amplitude partiellement déformées, interprétées comme des blocs transportés. Le système se termine en aval par des structures en compression tels que des plis et petits systèmes de chevauchements.

Les données de sismique indiquent que le versant ouest de Great Bahama Bank a connu plusieurs phases de déstabilisations de pente depuis le milieu du Miocène. Ces processus gravitaires peuvent être déclenchés par différents facteurs de contrôle tels que les fluctuations du niveau marin relatif, des taux élevés de sédimentation, des sorties de fluides ou encore des courants de contour.

# INTÉRÊT DES ÉTUDES PÉTROGRAPHIQUES POUR LES DATATIONS PAR PALÉOMAGNÉTISME : EXEMPLE DES CUIRASSES LATÉRITIQUES DE NOUVELLE CALÉDONIE

Caroline PROGNON[1,2], Brice SEVIN[3,4], Florence QUESNEL[1,2], Pierre MAURIZOT [5], Lilian ALIZERT[3], Dominique CLUZEL[4]

(1) BRGM, DGR/GAT, 3 avenue Claude-Guillemin, BP 36009, 45060 Orléans Cedex 2, France.
(2) UMR 7327, BRGM-ISTO-CNRS, BP 36009, 45060 Orléans, France
(3) Service Géologique de Nouvelle Calédonie, Direction des Mines et de l'Energie de Nouvelle Calédonie, 1 Ter rue Unger, BP 465, 98845 Nouméa, Nouvelle Calédonie
(4) Pôle Pluridisciplinaire de la Matière et de l'Environnement, Université de Nouméa, BPR4, 98851 Nouméa Cedex, Nouvelle Calédonie
(5) BRGM Nouvelle Calédonie, 1 Ter rue Unger, BP 465, 98845 Nouméa, New Caledonia
(@) c.prognon@brgm.fr

Le paléomagnétisme est dans certains cas particuliers l'unique méthode de datation possible pour dater les palésurfaces d'altération. C'est par exemple le cas en Nouvelle Calédonie où plusieurs surfaces étagées ont été reconnus sur l'ensemble de l'île (Trescases, 1975 ; Latham, 1986 ; Chevillotte et al., 2006). Ces surfaces ne peuvent être calées dans le temps par stratigraphie ni biostratigraphie, puisqu'elles ne sont jamais recouvertes directement par des sédiments avec de la faune ou de la flore. Elles ne peuvent être datées non plus par des méthodes de datation absolues sur oxydes de Mn, car les concentrations en K sont trop faibles dans ce type de profils d'altération sur péridotites. Seul le paléomagnétisme permet donc de dater ces surfaces.

Plusieurs campagnes de terrain ont été entreprises dans ce but de 2008 à 2013. Des études pétrographiques ont été réalisées de manière systématique sur les différentes surfaces cuirassées repérées, par exemple à Goro, Tiébaghi, sur les massifs du Kopéto et du Boulinda et jusqu'aux surfaces étagées en contrebas, autour de Népoui. Les observations pétrographiques ont permis d'avancer des hypothèses quant à la compréhension des résultats obtenus par paléomagnétisme, en montrant parfois plusieurs phases de remobilisation de cuirasse et de silicification, alors qu'aucune différence flagrante n'était visible d'un point de vue géomorphologique, ni macrospique. Nous avons ainsi pu mettre en évidence des faciès de cuirasses "favorables" aux datations paléomagnétiques, comme par exemple à Goro ou Tiébaghi (Sevin et al., 2012) et des faciès "défavorables", comme par exemple sur les massifs du Kopéto, du Boulinda et les hautes surfaces autour de Népoui.

Aujourd'hui les études pétrographiques sont essentielles pour cibler les sites d'échantillonnage pour paléomagnétisme et pour interpréter les résultats obtenus.

Chevillotte V., Chardon D., Beauvais A, Maurizot P. & Colin F. (2006). Long-term tropical morphogenesis of New Caledonia (Southwest Pacific): Importance of positive epeirogeny and climate change, Geomorphology, 81, 361–375

Latham M. (1986). Altération et pédogenèse sur roches ultrabasiques en Nouvelle-Calédonie.DG: Doctoral DI: Univ. Dijon. Dijon, France. 331 p.

Trescases J.J. (1975) L'évolution géochimique supergène des roches ultrabasiques en zone tropicale : Formation des gisements nickelifères de Nouvelle-Calédonie, Mémoires ORSTOM. 78.

# GÉOMORPHOLOGIE GLACIAIRE ET NUCLÉIDES COSMOGÉNIQUE QU'EST CE QUE L'ON DATE?

Charlotte PRUD'HOMME[1,@], Riccardo VASSALLO[1], Julien CARCAILLET[2], Jean-Louis MUGNIER[1], Christian CROUZET[1]

(1) Institut des Sciences de la Terre (Chambéry), Université de Savoie, Campus Scientifique 73376 Le Bourget du Lac Cedex
(2) Institut des Sciences de la Terre (Grenoble), 1381 rue de la Piscine 38400 Saint Martin d'Hères
(@) charlotte.prudhomme74@gmail.com

Notre étude est basée sur la datation des morphologies glaciaires par la méthode des nucléides cosmogéniques in situ sur quatre sites dans la vallée de la Maurienne et la vallée du Mont Blanc. En utilisant une nouvelle stratégie d'échantillonnage, nous avons cherché à mieux contraindre les processus qui influencent les âges d'expositions (facteurs post-dépôt et héritage). Notre but est de savoir si les concentrations de $^{10}$Be sont directement reliées aux âges d'expositions. Les âges d'expositions pour des polis et des blocs erratiques sont sensés être identiques sur le même site. Cependant, pour le site de Aussois (Maurienne), le poli a un âge d'exposition minimum de 10,7 ± 1,5 $^{10}$Be ka tandis que l'âge moyen des blocs est de 13,7 ± 0,7 $^{10}$Be ka. On observe le même scénario pour Montsapey (Maurienne), où le poli a un âge minimum de 11,6 ± 0,2 $^{10}$Be ka et le bloc a un âge de 14,2 ± 1,7 $^{10}$Be ka. Ces différences entre les âges nous montrent que l'application directe des âges d'expositions n'est pas simple. Pour la vallée du Mont-Blanc, nous avons échantillonné un bloc erratique en front du glacier des Bossons. Sur un même bloc nous avons des âges d'exposition différents : deux échantillons ont un âge moyen de 0,71 ± 0,21 ka alors que le troisième échantillon a un âge d'exposition de 1,5 ± 0,3 ka. Cela montre bien la complexité des datations dans les blocs erratiques. A Vaudagne (Vallée du Mont-Blanc), nous avons échantillonné des polis glaciaires à deux endroits différents. Sur le site A, nous avons réalisé un profil allant jusqu'à 3 mètres de profondeur, cela nous donne un âge d'exposition en surface de 9,1 ± 0,7 $^{10}$Be ka. Sur le Site B, nous n'avons échantillonné qu'en surface, l'âge d'exposition est de 15,3 ± 1,2 ka. Sur ce dernier, le glacier n'a peut être pas assez érodé le poli pour remettre à zéro la concentration de $^{10}$Be héritée avant la dernière glaciation. La stratégie d'échantillonnage permet donc de mieux contraindre les âges d'expositions des blocs et des polis.

# PRESERVATION DES PHASES MINERALES DES OS DANS LES SITES ARCHEOLOGIQUES

Cécile QUANTIN[1,@], Julius NOUET[1], Pierre MASSARD[2], Yannicke DAUPHIN[3]

(1) UMR 8148 IDES, Bât. 504, F-91405 Orsay, France
(2) Univ Paris Sud, Dept Sciences de la Terre, F-91405 Orsay, France
(3) Univ Paris 06, UFR TEB, F-75252 Paris 05, France
(@) cecile.quantin@u-psud.fr

La connaissance de la solubilité des minéraux constitutifs des biominéraux comme les os et les dents est un paramètre important pour la compréhension de leur préservation dans les sites archéologiques (Berna et al., 2004). Dans le cadre du projet ANR MOHMIE, la préservation des os (rongeurs principalement) a été étudiée dans différents niveaux sédimentaires du remplissage de la grotte d'El Harhoura 2 au Maroc. Les sédiments ont été caractérisés (couleur, minéralogie, composition géochimique, ions mobiles extractibles), ainsi que les os des niveaux les plus riches. En parallèle, l'altération de fragments d'os de *Mus sp*. a été étudiée en conditions contrôlées de laboratoire, dans de l'eau déionisée, l'extrait aqueux d'un niveau sédimentaire, ainsi que dans le niveau sédimentaire lui-même, i.e. en présence des phases minérales et organiques particulaires. Les systèmes d'incubation étaient ouverts sur l'atmosphère et les conditions de pH proches du système naturel. Les paramètres suivis sur plus de 4 mois étaient le pH et les concentrations en cations et anions dans les solutions, et en fin d'expérience les os étaient pesés et caractérisés en MEB. Enfin, les équilibres géochimiques étaient calculés en utilisant Visual MINTEQ. La solubilisation des os dans l'eau était beaucoup plus importante qu'en présence d'extraits sédimentaires et un plateau est atteint pour différents temps d'altération selon les traitements. Les résultats obtenus en conditions contrôlées sont discutés et confrontés aux observations de terrain.

Berna F., Matthews A., Weiner S., 2004. Solubilities of bone mineral from archaeological sites: the recrystallization window. Journal of Archaeological Science, 31, 7, 867-882

Soutien financier : ANR 6ème Extinction «MOHMIE» : MOdern Human installation in Morocco, Influence on the small terrestrial vertebrate biodiversity and Evolution

# RECONSTRUCTION PALÉOENVIRONNEMENTALE À PARTIR DE PROXIES ORGANIQUES D'UNE STALAGMITE HOLOCÈNE DU MASSIF DES BAUGES (ALPES DU NORD).

Marine QUIERS[1,@], Yves PERRETTE[1], Isabelle COUCHOUD[1],
Colin SMITH[2], Alison J. BLYTH[3]

(1) Laboratoire EDYTEM, UMR5204, Université de Savoie, Bâtiment « Pôle Montagne », F-73376 Le Bourget du Lac cedex
(2) Archaeology Program, La Trobe University, Victoria 3086 Australia
(3) WA-OIGC, Department of Chemistry, Chemistry and Resources Precinct, Curtin University, GPO Box U1987, Perth, WA 6845, Australia
(@) marine.quiers@univ-savoie.fr

Les spéléothèmes sont des archives continentales aujourd'hui très utilisées pour les reconstructions paléoclimatiques et environnementales, du fait de leur enregistrement haute résolution. Les proxies inorganiques sont généralement utilisés par les paléoclimatologues. Dans le cas des reconstructions des paléo-environnements, il s'agit principalement du carbone 13 de la calcite. En effet celui-ci est majoritairement issu du $CO_2$ des sols. Cependant, ce signal est souvent difficilement interprétable à cause des nombreuses modifications possibles lors de son transfert au sein du système karstique, et durant son piégeage dans le spéléothème. Cette étude propose donc de coupler le signal de carbone 13 de la calcite avec des proxies directement issus de la matière organique piégée dans le spéléothème, afin de mieux contraindre les reconstructions paléoenvironnementales.

Pour cela, une stalagmite du massif des Bauges (Préalpes françaises du Nord) recouvrant la dernière moitié Holocène (~6000 à ~800 ans BP) a été échantillonnée. Le carbone 13 de la calcite a été comparé à des mesures de fluorescence, et l'analyse du carbone 13 de la matière organique. Cette étude montre la complémentarité entre la fluorescence (méthode non destructive à haute résolution) et l'analyse du carbone 13 de la matière organique des spéléothèmes, plus informative, mais qui ne permet pas d'atteindre une haute résolution temporelle en raison de la quantité de calcite nécessaire pour chaque analyse (Blyth et al 2013).

L'étude comparative de ces trois proxies montre leur pertinence pour enregistrer de grands changements environnementaux comme les modifications de végétation par exemple. Cependant, à plus petite échelle, les trois signaux présentent des divergences qui semblent associé aux différentes sources (sols, horizons) contrôlant les proxies. Ces proxies permettent également de mettre en évidence l'impact anthropique sur l'environnement à l'époque holocène, notamment les périodes de culture et d'érosion des sols associée.

Les proxies organiques semblent donc être des outils appropriés afin d'évaluer les variations environnementales et complètent bien les proxies inorganiques. L'étude multi-proxies intégrant les proxies organiques permet de mieux contraindre les forçages, climatiques ou anthropiques, responsables des modifications des environnements passés.

Blyth A.J., Y. Shutova, C. Smith, 2013. δ13C analysis of bulk organic matter in speleothems using liquid chromatography–isotope ratio mass spectrometry, Organic Geochemistry 55: 22-25.

# ADAPTATION DE LA TECHNIQUE DE MESURE DE FLUORESCENCE X PAR SCANNER XRF AUX SPÉLÉOTHÈMES

Marine QUIERS[1,@], Anne-Lise DEVELLE[1], Isabelle COUCHOUD[1], Emilie CHALMIN-ALJANABI[1], Yves PERRETTE[1]

(1) Laboratoire EDYTEM, UMR CNRS 5204, Université de Savoie, Bâtiment Pôle Montagne, F-73376 Le Bourget du Lac cedex
(@) marine.quiers@univ-savoie.fr

Les spéléothèmes font l'objet d'un intérêt grandissant de la part des paléoclimatologues en raison de leur fort potentiel en tant qu'archives naturelles continentales à haute résolution. En effet, l'analyse des variations géochimiques et isotopiques enregistrées dans ces dépôts renseigne sur divers paramètres climatiques et environnementaux, qui peuvent être replacés dans un cadre chronologique absolu. L'analyse des concentrations en éléments majeurs et traces notamment, permet d'obtenir des informations sur les variations de régimes de précipitation et d'hydrologie du karst, les changements de sol et de végétation, les perturbations environnementales ou encore les apports atmosphériques.

Le scanner de carottes à fluorescence X (core scanner XRF) est aujourd'hui un outil prépondérant pour l'analyse élémentaire des archives sédimentaires naturelles. Il présente un intérêt majeur pour les reconstructions paléoclimatiques et paléoenvironnementales puisqu'il permet d'obtenir, de façon non destructive, un enregistrement continu et haute résolution (jusqu'à 100µm). L'analyse par scanner XRF est de plus en plus développée dans l'étude des carottes sédimentaires mais n'a encore été que très peu appliquée aux spéléothèmes. Une des raisons de cette sous-utilisation est la faible présence des autres éléments en comparaison de la quantité importante de calcium constituant la matrice. C'est pourquoi cette étude se propose de tester une calibration du scanner XRF afin de vérifier et d'optimiser le signal contenu dans les spéléothèmes, et ainsi obtenir des informations paléoenvironnementales fiables.

Cette étude s'appuie sur des tests effectués avec un scanner XRF AVAATECH (laboratoire EDYTEM). Ils ont été réalisés sur une stalagmite de la dernière moitié de l'Holocène (~6000 à ~800 ans BP), prélevée dans le réseau de Garde-Cavale, dans le massif des Bauges (Alpes françaises du Nord). Les résultats indiquent des variations des éléments traces (Mg, Sr, Ba et Si) le long de la stalagmite évoquant des processus de circulation et des temps de résidence des eaux karstiques très variables. Cependant, les perturbations du détecteur induites par l'élément Ca peuvent entrainer un biais dans la détection de ces proxies. Le calcium engendre en effet un fort effet de « matrice » que nous avons essayé de réduire en testant plusieurs paramètres de réglages du scanner tels que l'intensité, le type de filtre ou encore l'ouverture à 10, 30 et 50 keV. La stabilité des données a également été testée en répétant les mesures sur une même portion de la stalagmite. Enfin, ce travail de calibration a été comparé aux résultats d'analyses chimiques quantitatives par ICP-AES.

Les limites et possibilités de cette méthode ont ainsi pu être évaluées ; les perspectives dégagées par ce travail de calibration pourraient permettre de développer un protocole d'utilisation du scanner XRF applicable en routine aux spéléothèmes.

# LES FACIÈS LIÉS À LA DYNAMIQUE FLUVIATILE DANS LE TRIAS ARGILO-GRESEUX INFERIEUR DU BASSIN DE BERKINE (SAHARA ORIENTAL, ALGERIE) - RECONSTITUTION PALEOGEOGRAPHIQUE

Noureddine RABAHI[(1)], Mohamed CHAIB[(2),] Abdel Hakim BARBARA[(1)],
Rafik BENABID[(1)], Abdelouahab YAHIAOUI[(1)]

(1) Département des Sciences de la Terre, Faculté des Sciences, Université Batna, Algérie
(2) SONATRACH, Division Laboratoires, Algérie
(@) rabahi.noureddine@gmail.com

Le bassin de Berkine se situe dans l'erg oriental, au nord-est du Sahara Algérien entre les latitudes 29° et 30° Nord et les longitudes 3° et 9° Est; il est d'une superficie globale de 102 395 km$^2$. Le bassin triasique de Berkine présente une sédimentation silico-clastique, et englobe des caractéristiques faciologique et sédimentologique spécifiques.

Le concept de lithofaciès est un outil essentiel dans la description et l'interprétation des sédiments. Les faciès observés peuvent être classés en deux grands groupes : 1) les faciès liés à une dynamique fluviatile (chenaux, plaine d'inondation); 2) les faciès modifiés par pédogenèse.

La description détaillée d'un puits (SF.1) en régime hydrodynamique, ainsi que l'étude en utilisant les données diagraphiques et diagénétiques de trois puits (SFSW.1, SFext-2 et BSF.1), nous ont permis de mettre en évidence l'existence de 3 grands environnements sédimentaires : 1) plaine alluviale à réseau faiblement sinueux; 2) environnement de plaine alluviale à réseau faiblement sinueux avec des faciès de débordement chenalisé; 3) plaine alluviale à réseau anastomosé. Ces environnements se succèdent verticalement sans que des passages latéraux d'un faciès à un autre ne soient observés.

La morphologie du terrain (pénéplaine post-hercynienne) à l'échelle régionale et locale, en plus de la subsidence synsédimentaire, a été déterminée par les conditions de sédimentation et le caractère des dépôts du Trias argilo-gréseux inférieur.

Dans de nombreux puits, on trouve à la base du Trias argilo-gréseux inferieur des dépôts « bréchiques » qui constituent le comblement de « paléo vallées » par le matériel paléozoïque remanié sur place par les premiers phénomènes sédimentaires triasiques dans des conditions fluviatiles. On observe des changements d'épaisseur des dépôts et de leurs caractères pétrographiques sur de petites distances.

D'après sa constitution, le Trias argilo-gréseux inferieur de bassin de Berkine pourrait être caractérisé par l'élément paléo-morphologique (paléo-vallée) de la pénéplaine post-hercynienne qui semble déterminer les conditions de sédimentation et le caractère de ces dépôts.

Les études réalisées par la SONATRACH (2010) ont montré qu'un alignement des épaisseurs maximales de dépôts se dessine selon une direction Sud-Ouest / Nord-Est. Ces dépôts ne peuvent être que le produit d'un réseau chenalisé dans une basse plaine (ou vallée).

À la fin du cycle hercynien et au moment des dépôts de la formation triasique, il existait certainement une zone favorable qui a permis l'installation de cette plaine où les fleuves prenaient source au Sud. Cette ancienne vallée est le conduit principal de ces énormes dépôts clastiques. En parallèle et à l'Ouest de cette paléo-vallée, il existait certainement un paléo-relief où le clastique est entièrement absent. A l'Est de la paléo-vallée se dessine une autre plaine où certainement un réseau chenalisé existait, ce qui a permis l'installation de ces énormes dépôts gréseux.

# ORIGINE ET *TIMING* DES PROCESSUS DIAGÉNÉTIQUES DES CARBONATES DU CÉNOMANIEN MOYEN : IMPACT SUR LES PROPRIÉTÉS PÉTROGRAPHIQUES ET DE POROSITÉ (NORD DU BASSIN AQUITAIN)

Thomas RABOURG[1,@], Benjamin BRIGAUD[1], Simon ANDRIEU[1]

(1) Université Paris-Sud, UMR-CNRS 8148 Interaction et Dynamique des Environnements de Surface, bât. 504, 91 405 Orsay Cedex, France
(@) thomas.rabourg@free.fr

Les carbonates du Cénomanien moyen du Nord du Bassin Aquitain présentent des faciès variés et une coloration jaune/ocre. Il existe très peu d'études documentant l'origine de la couleur des calcaires, et les processus diagénétiques des formations carbonatées du Crétacé nord-Aquitain restent peu connus. Les objectifs de cette étude sont (1) de définir l'origine de la couleur jaune/ocre de ces calcaires, (2) d'élaborer une paragenèse minérale afin de replacer l'acquisition de la couleur jaune/ocre dans un calendrier diagénétique et (3) de reconstituer la nature des fluides à l'origine des cimentations.

Les observations pétrographiques ont été réalisées à l'aide d'un microscope optique polarisant (couplé au logiciel *JMicrovision* pour la quantification de la porosité), de la platine de cathodoluminescence ainsi que du MEB-EDS. L'étude de la diagenèse a requis l'utilisation d'une coloration à l'alizarine et au ferricyanure de potassium. Les analyses minéralogiques et géochimiques ont été réalisées à l'aide du DRX et de l'analyseur XRF portatif Turbotracer$^{SD}$.

Les observations et analyses couplées au MEB-DRX-XRF ont montré que la goethite, présente sous la forme de petites sphérules de plusieurs µm à la surface des ciments de calcite, est responsable de la coloration ocre de ces calcaires. Ces mêmes observations ont mis en évidence la présence de nombreuses glauconies présentant différents états d'altération. La dissolution des glauconies, cartographiées au MEB, aurait libérée du fer qui a précipité sous forme de goethite, ainsi que de la silice et de l'aluminium pouvant former de la kaolinite. L'étude des faciès et de la porosité montre que la couleur jaune/ocre est associée aux faciès à texture grainstone avec des échinodermes et présentant des porosités moyennes de 10-15%. En outre, ce travail aura permis d'établir une paragenèse minérale montrant quatre grandes phases de cimentations calcitiques (*Cal 1a*, *Cal 1b*, *Cal 2* et *Cal 3*). Lors de l'éogenèse, les glauconies se forment dans les environnements profonds et distaux, à faible taux de sédimentation, avant d'être arrachés à leur milieu de formation et transportés par des courants vers des environnements plus proximaux de cordons carbonatés. Toujours durant l'éogenèse, les ciments de calcite *Cal 1a* et *Cal 1b* se forment, en frange isopaque autour des oolites, bryozoaires et bivalves et en syntaxie autour des échinodermes. Lors de la mésogenèse, sous faible enfouissement, les ciments *Cal 2*, de calcite ferreuse, et *Cal 3*, de calcite non-ferreuse, se développent en syntaxie autour des échinodermes. Lors de la télogenèse la circulation d'un fluide hydrolysant entraine la dissolution partielle des glauconies et la formation de goethite et de kaolinite. Des analyses $\delta^{18}O$ et $\delta^{13}C$ sur les différentes générations de ciment sont en cours d'analyse et permettront de remonter à la nature des fluides responsables du colmatage de la porosité.

# RESULTATS PRELIMINAIRES SUR L'ENREGISTREMENT DU SIGNAL DE LA SUSCEPTIBILITE MAGNETIQUE (SM) DE DEUX COUPES DE L'ÉOCENE INFERIEUR DE LA TUNISIE SEPTENTRIONALE.

Mouna RACHDI[1,2,@], Frédéric BOULVAIN[1] & Mohamed SOUSSI[2]

(1) Laboratoire de pétrologie sédimentaire, B20, Université de Liège, B-4000, Liège
(2) Université de Tunis El Manar, Faculté des sciences de Tunis, UR11ES15.
(@) mouna.rachdi@doc.ulg.be

Une étude pluridisciplinaire, basée sur un levé de coupe effectué banc par banc, une analyse des microfacies et la mesure des valeurs de la SM sur 337 échantillons, a été effectuée pour la première fois sur deux coupes d'âge Eocène inférieur de Tunisie septentrionale. La base de la première coupe de type plate-forme (Chaouach–Toukabeur) est formée par des calcaires packstones/grainstones à nummulites, discocyclines et grains de glauconie. Les valeurs de la SM au niveau de cette partie basale varient de 0 à 2 $E^{-9}$ $m^3/g$. Le reste de la coupe (19 mètres) se caractérisant aussi par les mêmes microfacies se distinguent par des valeurs de SM faibles allant de -3 à -7$E^{-9}$ $m^3/g$. Dans la coupe de Joumine-Mateur, plutôt de zone de transition, la partie inférieure (32 mètres) est dominée par des textures wackestones à foraminifères benthiques, rares nummulites et abondants débris de coraux et grains de glauconie. Elle possède des valeurs de SM allant de 1 à 4 $E^{-8}$ $m^3/g$. Le reste de la coupe (31 mètres) est dominé par des textures wackestone /packstone à globigérines indiquant un net approfondissement du milieu de dépôt. Les valeurs de la SM sont faibles et varient entre 0 et 0.8 $E^{-8}$ $m^3/g$).

La courbe de l'enregistrement de la SM dans les dépôts Éocène de type plate-forme (Chaouach–Toukabeur) caractérisée par la relative constance des faciès ou dans les dépôts de la zone de transition (Mateur), montrant des variations verticales de faciès et de texture, comprend une partie inférieure à valeurs de SM relativement élevées et une partie supérieure à très faible valeurs de SM. Ces résultats préliminaires montrent que le signal de la susceptibilité magnétique peut être utilisé dans les corrélations entre des coupes représentatives des contextes de sédimentations différents.

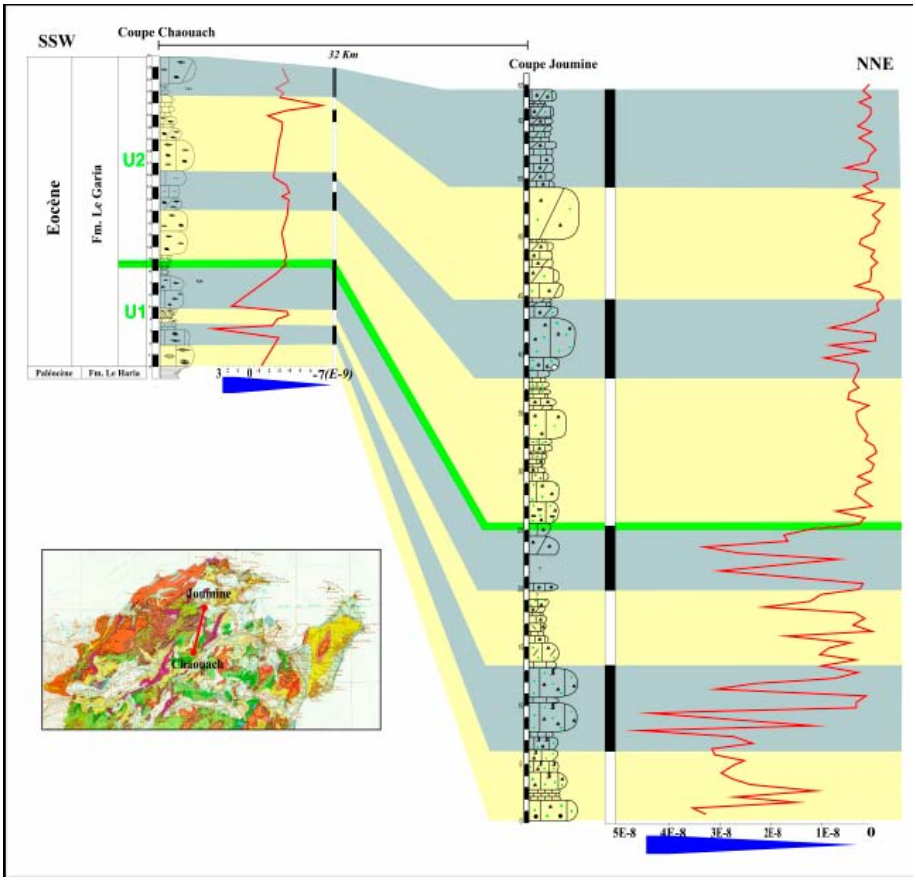



*Figure : Corrélation de coupes en utilisant le signal de la susceptibilité magnétique*

# FACTEURS CONTROLANT LA SEDIMENTATION CONTEMPORAINE DES CASIERS GIRARDON EXEMPLE DE 3 TRONCONS COURT-CIRCUITES SUR LE RHONE

Bianca RÄPPLE[(1)], Hervé PIÉGAY[(1)], Katka DZUBAKOVA[(1)],
Evelyne FRANQUET[(2)], Jakub ONDRUCH[(1)]

(1) CNRS, UMR 5600 EVS, site ENS de Lyon, 15 Parvis René Descartes, BP 7000, 69342 LYON CEDEX 07, FRANCE
(2) CNRS, UMR 7263 IMBE, Université d'Aix-Marseille, Avenue escadrille Normandie-Niemen, 13397 Marseille CEDEX 20, FRANCE
(@) bianca.raepple@ens-lyon.fr

Durant les derniers siècles les grands fleuves européens et mondiaux ont subi des modifications importantes. C'est ainsi le cas du Rhône, qui a été rectifié à partir du 19ème siècle avec la construction de digues longitudinales et latérales, afin d'améliorer les conditions de navigation. Ces ouvrages ont abouti à une forte réduction de la dynamique latérale du cours d'eau et ont fait émerger des compartiments hydro-sédimentaires particuliers, les « casiers Girardon ». Au milieu du 20ème siècle, la mise en débit réservé de tronçons court-circuités a altéré de nouveau le fonctionnement hydro-sédimentaire des marges du Rhône et par conséquent des casiers. Le devenir de ces milieux fait aujourd'hui l'objet de discussions dans le cadre des projets de restauration du fleuve. Faut-il les détruire pour favoriser une redynamisation du fleuve ou au contraire préserver leurs potentialités écologiques, voire se protéger de la remise en mouvement des polluants stockés dans les sédiments.

Afin de mieux connaitre les processus de sédimentation dans ces milieux encore peu étudiés et les facteurs qui les contrôlent, le remplissage sédimentaire a été étudié planimétriquement à partir de cartes et de photos aériennes anciennes afin de distinguer notamment les conditions de remplissage avant et après la mise en débit réservé. Une caractérisation des conditions actuelles – altimétrie, fréquence et durée d'inondation – a été effectuée à partir de données LiDAR et des lignes d'eau observées pour différents débits. Ces analyses géomatiques ont été complétées par des campagnes de terrain, qui permettent d'analyser plus finement la structure et la nature des archives sédimentaires à partir de sondages au pénétromètre et d'analyses granulométriques. Ces travaux sont conduits de manière comparative sur un jeu de près de 100 casiers répartis sur 3 tronçons qui ont été respectivement court-circuités en 1952, 1966, 1977.

À partir de ces données, une typologie hydro-sédimentaire des casiers a été établie et les facteurs contrôlant la sédimentation ont été identifiés et hiérarchisés. Ceci permet notamment de fournir quelques indications quant à la probabilité de ces casiers d'être affectée par des PCB, le flux le plus important ayant été observé dans les années 1970. Ces éléments sont également intégrés dans le débat public pour planifier le devenir de ces milieux.

# ÉVOLUTION TEMPORELLE DE LA CONTAMINATION EN COMPOSÉS PERFLUORÉS (PFC) DANS LES SÉDIMENTS DU RHÔNE

Julie RAUX[(1)], Marc DESMET[(1)], Pierre LABADIE[(2)], Maxime DEBRET[(3)], Cécile GROSBOIS[(1)], Yoann COPARD[(3,4)], Patrick PARDON[(2)], Hélène BUDZINSKI[(2)], Marc BABUT[(5)]

(1) EA 6293 GéHCO Université François-Rabelais de Tours, Parc de Grandmont, F-37200 Tours
(2) UMR 5805–EPOC-LPTC, Université de Bordeaux I, 351 crs de la libération, F-33405 Talence
(3) UMR 6143–M2C, Université de Rouen, Bat. IRESE A, F-76821 Mont St Aignan
(4) UMR 6113-ISTO, Université d'Orléans, 1A rue de la Férollerie, F-45071 Orléans
(5) IRSTEA, 5 avenue de la Doua – CS 70077, F-69626 Villeurbanne Cedex
(@) julie.raux@univ-tours.fr

Les PFC (composés perfluorés) sont des composés thermiquement et chimiquement stables, propriétés qui les rendent particulièrement persistants dans l'environnement. Les principales sources dans l'environnement sont les émissions lors des procédés de fabrication, la transformation des précurseurs et les effluents des eaux usées. A l'instar du PFOS, ceux-ci ont été ajoutés à l'annexe B de la convention de Stockholm (Polluants Organiques Persistants en 2009), appelant à une limitation de leur utilisation.

Dans cette étude, 21 PFC ont été identifiés dans les échantillons issus d'une carotte sédimentaire prélevée au niveau de la lône de l'Ile du Beurre sur le bras secondaire du Rhône, en aval de Lyon. Cette annexe fluviatile est située 34 km en aval du «couloir de la chimie» et plus particulièrement d'une usine de fabrication de polymères fluorés et d'une station d'épuration.

L'évolution temporelle des PFC a pu être reconstituée sur une période allant de 1984 à 2012. Les concentrations en perfluorosulfonates (PFSA) et en perfluorocarboxylates (PFCA) peuvent être reliées à la localisation du site d'une part et aux conditions hydro-sédimentaires d'autre part.. Avant 1987, les concentrations en PFSA et en PFCA étaient faibles ($\leq 2$ ng/g) avec une contribution décroissante des PFSA de 38% à 9%. A partir de 1988, la concentration augmente, atteignant son maximum (51.3ng/g) en 1993 grâce à une nouvelle version industrielle (1992) et diminue ensuite jusqu'en 2003 (5 ng/g). Durant cette période, le PFDA, le PFDoA et le PFTeDA sont les PFCA majoritaires (74%). A partir de 2003, les concentrations totales ont tendance à augmenter à nouveau (16ng/g) en lien avec un nouveau rejet industriel. De 2003 à 2007, la contribution des PFCA précédents diminue à 34% au profit du PFTrDA et du PFUnA (43%), qui représentent 75% des PFC depuis 2007. Toutefois, la dynamique des sédiments contribue également à cette évolution temporelle. Avant 2007, des épisodes de crue, 8 majeures et 2 mineures, ont induit une réduction de la concentration des PFC due aux apports de matériaux plus grossiers ayant une faible teneur en carbone organique totale. Depuis 2007, les sédiments présentent les plus fortes valeurs de TOC et sont composées à 90% de particules d'argile, qui facilitent la sorption de PFC.

Ainsi, cette étude fournit des informations sur la contamination actuelle et historique des PFC dans le fleuve Rhône. Ces concentrations PFC semblent être les plus importantes jamais enregistrées dans une archive sédimentaire dans le monde.

# POREWATER PRESSURE CONTROL ON SUBGLACIAL SOFT SEDIMENT REMOBILISATION AND TUNNEL VALLEY FORMATION: EXAMPLE FROM THE ALNIF TUNNEL VALLEY (MOROCCO).

Edouard RAVIER[1,@], Jean-François BUONCRISTIANI[2], Sylvain CLERC[2], Michel GUIRAUD[1], John MENZIES[3], Eric PORTIER[2]

(1) Laboratoire Biogeosciences UMR/CNRS 6282 Université de Bourgogne, 6 Bd Gabriel, 21000 DIJON, France. edouard.ravier@u-bourgogne.fr
(2) GDF Suez, Direction Exploration Production, 1 place Samuel de Champlain – Faubourg de l'Arche 92930 Paris La Défense Cedex – France.
(3) Department of Earth Sciences, Brock University, 500 Glendridge Avenue, St. Catharines, Ontario, L2S 3A1, Canada.
(@) edouard.ravier@u-bourgogne.fr

In the eastern part of the Moroccan anti-Atlas, the Alnif area contains an exceptional overfilled Ordovician glacial tunnel valley (5km wide, 180 m deep), providing insights into processes of tunnel valley formation on soft beds. A discontinuous and fan-shaped glacial conglomeratic unit, 10 to 12 m thick, erosively lying on preglacial marine sediments, is described using a multi-scale sedimentological and deformational approach. The preglacial sedimentary sequence is characterised by the alternation of sandstones and claystones, forming a complex association of water-saturated sediments and impermeable barriers. Glacial conglomerates, erosively deposited on preglacial sediments are composed of both soft and lithified preglacial clasts embedded within a medium to coarse sandy matrix. Both preglacial and glacial sediments display soft-sediment deformations triggered by high porewater pressure and simple shear including notably fluidised structures, clastic dykes, macro and micro-scale turbate structures, folds and step normal faults.

During the Hirnantian, the englaciation of the study area triggered an increase in porewater pressure (PWP) within confined aquifers, due to meltwater input and stress exerted on preglacial beds by the overlying ice sheet, leading to the production of fluidised cell structures. As PWP continuously increased within these aquifers, it exceeded the tensile strength of the overlying permeability barriers, leading to a dense network of hydrofractures and subsequent in-situ brecciation of the preglacial cemented sandstone and claystone beds. Sudden rupturing of these barriers allowed pore fluids to escape rapidly, causing fluidisation and upward injections of soft sediments within open fractures. Massive injections of overpressurised material led to diapiric stratal disruption of the subglacial bed, decreasing the ice effective pressure, and triggering ice/bed decoupling. In this configuration, subglacial pipes formed, evacuating the sedimentary mélange composed of a fluidised sandy matrix and preglacial strata fragments. The Alnif tunnel valley formed progressively through diachronic multi-phased episodes of subglacial hydraulic in-situ brecciation and piping of the resulting sedimentary mélange. Deposition of this mélange then occurred within cavities, constituting subglacial fans of massive sandy conglomerate. These conglomeratic deposits were later reworked by meltwater and affected by intense soft-sediment deformations, formed by ice/bed coupling during episodes of cavity shrinkage.

The Alnif site provides a unique multi-scale geological field model of tunnel valley formation, based on the remobilisation of subglacial soft sediments by PWP increase within subglacial confined aquifers.

# DIAPIRISME ET SEDIMENTATION DANS LE BASSIN JURASSIQUE DU HAUT-ATLAS (MAROC)

Philippe RAZIN[1,@], Carine GRÉLAUD[1], Rémi JOUSSIAUME[1], Manon MALAVAL[1], Grégoire MESSAGER[2], Juan Diego MARTIN-MARTIN[3], Eduard SAURA[3], Jaume VERGES[3], David W. HUNT[2]

(1) ENSEGID - Institut Polytechnique de BORDEAUX, 1 allée F. DAGUIN, 33607 PESSAC
(2) Statoil, TPD RD, Bergen, Norvège
(3) Institute Earth Sciences Jaume Almera, CSIC, Barcelone, Espagne
(@) razin@ipb.fr

La chaine de l'Atlas au Maroc résulte de l'inversion tectonique alpine d'un bassin intracontinental mésozoïque dont l'évolution polyphasée s'inscrit dans celle du domaine de l'Atlantique central. L'évolution de ce bassin intracontinental durant le Trias et le Jurassique est caractérisée par trois principales phases de déformation séparées par des périodes de relative stabilité tectonique. D'une manière générale, la première phase de déformation contrôle l'accumulation des dépôts argilo-évaporitiques qui seront remobilisés au cours des deux épisodes de déformation suivants pour former de remarquables structures diapiriques synsédimentaires ayant largement influencé la nature et la géométrie des systèmes sédimentaires du Jurassique.

Le bassin intracontinental de l'Atlas est initié durant le Trias, lors de la phase de rifting atlantique. Une puissante série continentale gréseuse puis argilo-évaporitique s'accumule alors dans de multiples sous-bassins tectoniques principalement localisés et/ou préservés dans le domaine atlasique.

Une phase de subsidence thermique contrôle ensuite le développement d'une première plate-forme carbonatée d'extension régionale à partir du Sinémurien.

Une nouvelle phase de déformation, probablement transtensive, intervient au cours du Pliensbachien inférieur déterminant le fonctionnement de failles normales et décrochantes qui s'accompagne d'importants mouvements diapiriques des argiles et évaporites du Trias. Ces mouvements diapiriques ont un impact majeur sur la dynamique et la géométrie des systèmes de plate-forme carbonatée du Pliensbachien puis sur des systèmes mixtes silico-clastiques / carbonatés du Toarcien – Aalénien.

La période de l'Aalénien supérieur – Bajocien correspond à une période de stabilité tectonique qui favorise l'installation d'une deuxième vaste plate-forme carbonatée à l'échelle du bassin atlasique. Durant cette période les mouvements diapiriques restent très limités.

Ces derniers reprennent à partir du Bajocien terminal et se poursuivent jusqu'au Jurassique supérieur, en relation avec une nouvelle phase de déformation qui s'accompagne de remontées magmatiques le long des failles crustales contrôlant elles-mêmes la localisation de rides diapiriques. Ce diapirisme synsédimentaire a une influence majeure sur la localisation et la géométrie des séries marines carbonatées puis continentales gréseuses qui caractérisent ce dernier stade d'évolution du bassin intracontinental avant de passer à un régime épicontinental de marge passive atlantique au Crétacé.

Les affleurements exceptionnels de l'Atlas constituent un laboratoire de terrain remarquable pour l'analyse des relations diapirisme – sédimentation dont on voit qu'elles différent largement selon le type de système carbonaté, terrigène ou mixte (premiers résultats des travaux de thèse de R. Joussiaume et M. Malaval, ce volume).

# COMPRÉHENSION DES DYNAMIQUES DE RIVIÈRES MODERNES TRADUITES PAR L'ARCHIVAGE SÉDIMENTAIRE, ET RÉCIPROQUE

Arnold Jan H. REESINK[(1)], Daniel R. PARSONS[(1)]

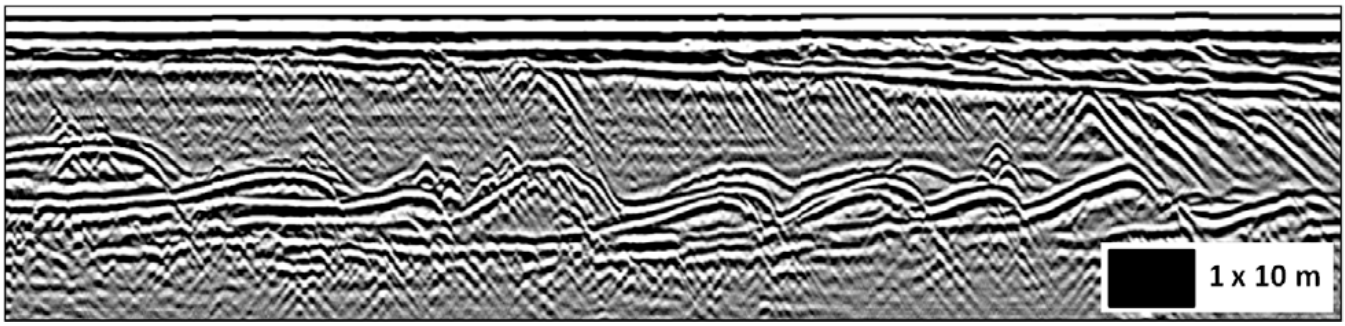
(1) GEES, University of Hull, Cottingham Road, HU6 7RX, Hull, UK
(@) a.reesink@hull.ac.uk

Le principe d'actualisme de Hutton et Lyell est fondamental à la géologie: notre compréhension de dépôts fluviatiles dans l'histoire géologique provient de ce que nous savons des rivières modernes. Des expérimentations récentes et des investigations sur la *South Saskatchewan River* au Canada et le *Río Paraná* en Argentine nous offrent de nouvelles perspectives sur la relation entre les processus, la géomorphologie, et les produits sédimentaires des chenaux. Ces travaux récents montrent l'importance de la non-uniformité et de l'évolution dans le temps des écoulements (régime non permanent) au sein des systèmes fluviatiles.

Des dunes intégralement préservées, visibles via des images géo-radar, se trouvent dans les zones de décélération des cours l'eau, réfutant l'idée que tous les dépôts ne sont qu'une partie de la forme sédimentaire associée à leur mise en place. L'agencement granulométrique complexe dans le litage oblique indique aussi que la décélération de l'écoulement module le potentiel de préservation des sédiments.

Temporellement, la géométrie des dunes dans les chenaux répond de façon complexe et non linéaire aux variations de pente de la surface et de la profondeur d'eau, qui sont déphasées pendant les épisodes de crues. Ces variations dans la géométrie des dunes contrôlent la profondeur de l'eau et donc le risque d'inondation, et, ces variations sont exprimés différemment par les structures sédimentaires. Les dépôts sédimentaires constituent une ressource trop peu utilisée qui peut nous aider à prédire de façon réaliste les ordres de grandeurs d'événements hydrologiques extrêmes.

L'enregistrement géologique et les détails qu'il consigne couvrent des échelles temporelles importantes et des conditions de genèse diverses. Ainsi, l'actualisme nous aide à interpréter l'enregistrement géologique, alors que ce dernier améliore notre compréhension d'événements extrêmes.




*Des dunes intégralement préservées, visibles via des images géo-radar. Río Paraná, Argentine. http://www.brighton.ac.uk/parana; http://www.bedform.co.uk/*

# FACIÈS ET PROPRIÉTÉS PÉTROPHYSIQUES DES CARBONATES NÉRITIQUES : EXEMPLE DU JURASSIQUE SUPÉRIEUR DE L'EST DU BASSIN DE PARIS

Jean-Baptiste REGNET[1,@], Philippe ROBION[1], Benjamin BRIGAUD[2], Christian DAVID[1], Béatrice YVEN[3]

(1) Univ. Cergy-Pontoise, Lab. Géosciences et Env., F-95031 Cergy-Pontoise cedex, France
(2) Univ. Paris Sud, UMR CNRS 8148 IDES, Bat. 504, 91405 Orsay cedex, France
(3) Andra, 1-7 rue Jean Monnet, 92298 Châtenay-Malabry Cedex, France
(@) jean-baptiste.regnet@u-cergy.fr

Les carbonates de plate-forme sont caractérisés par une importante hétérogénéité de faciès (texture, composition) et une très grande variation des propriétés pétrophysiques (porosité, perméabilité, vitesses acoustiques). Ces hétérogénéités rendent souvent difficile les prédictions en termes de qualité de porosité ou perméabilité des réservoirs d'eau souterraine ou d'hydrocarbures. Une centaine d'échantillons de carbonates a été prélevée tous les 2m environ le long du forage EST205 au niveau de la plate-forme oxfordienne de Meuse/Haute-Marne. Le premier objectif de ce travail, vise à mieux contraindre les variations verticales des propriétés pétrophysiques et pétrographiques qui régissent en grande partie les circulations aquifères actuelles dans cette formation. Le second objectif est de comprendre et de caractériser l'influence (1) des microfaciès et microfabriques micritiques et (2) des contacts inter-granulaires sur les relations vitesse acoustique – porosité, par une approche de « *rocktyping* ». Les observations en microscopie optique révèlent 7 faciès regroupés en 4 associations de faciès qui sont caractéristiques d'environnements d'offshore supérieur à supratidaux. Ces dépôts s'insèrent dans 7 cycles Transgressif/Régressif de 3ème ordre. Les packstones à oncoïdes et peloïdes (n=45) et les wackestones bioclastiques (n=25) prédominent et représentent 70% des échantillons. Les faciès de type grainstone oolithiques (n=14) sont rares et la macroporosité est très peu développée. L'approche en « *rocktyping* » met en évidence deux types de carbonates granulaires, selon le nombre et la longueur des contacts inter-granulaires : le type 1 des contacts courts (environ 50 µm) et peu nombreux et le type 2 des contacts fréquents et suturés (environ 190 µm). Par ailleurs, les observations MEB mettent en évidence 3 microfabriques micritiques. (a) Des micrites fines (~ 1,5 µm) à cristaux arrondis et subarrondis avec des contacts punctiques, (b) des micrites à cristaux subhédraux à anhédraux avec des contacts coalescents mais distincts, et (c) des micrites denses à cristaux anhédraux fusionnés. Les types A et B sont rencontrés dans les niveaux poreux de l'Oxfordien (15 – 25% de porosité) et sont caractérisés par des vitesses des ondes P faibles à modérées (3000 – 4500 m/s). Le type C est observé dans les niveaux à porosité réduite (< 10% de porosité) et est caractérisé par des valeurs élevées de vitesse des ondes P (5000 – 6000 m/s). Au regard de ces résultats, il apparaît que les contacts inter-granulaires influencent grandement les propriétés acoustiques des faciès granulaires. Plus précisément, à porosité équivalente, les échantillons de type packstone avec des contacts courts (type 1) présentent des valeurs de vitesse inférieures aux échantillons marqués par des contacts inter-granulaires très bien développés (type 2). Un second facteur contrôlant les vitesses acoustiques et la porosité semble être les microfabriques micritiques (type A, B, C), aussi bien des grains que dans la phase de liant, pour les faciès mudstone à packstone.

# 21,000 YEARS OF ETHIOPIAN AFRICAN MONSOON VARIABILITY RECORDED IN SEDIMENTS OF THE NILE DEEP-SEA FAN

Marie REVEL[(1)], Christophe COLIN[(2)], Stephano BERNASCONI[(3)], Nathalie COMBOURIEU-NEBOUT[(4)], Emmanuelle DUCASSOU[(5)], Francis GROUSSET[(5)], Yann ROLLAND[(1)], Sébastien MIGEON[(1)], Dosch BOSCH[(6)]

(1) Géoazur, Université de Nice Sophia-Antipolis, CNRS, IRD, 250 rue A. Einstein, F-06560, Sophia Antipolis
(2) IDES Laboratoire IDES UMR 8148 CNRS-Université de Paris-Sud XI Bât 504, 91405 Orsay Cedex, France
(3) ETH Zurich, Geologisches Institut, 8092 Zurich, Switzerland
(4) LSCE, UMR 8212, CNRS/CEA/UVSQ, CEA-Orme des merisier, 91191 Gif sur Yvette cedex, France
(5) Université Bordeaux 1, UMR-CNRS 5805-EPOC, avenue des facultés, 33405 Talence cedex, France
(6) Laboratoire de Tectonophysique, Université de Montpellier II, 34095 Montpellier, France
(@) revel@geoazur.unice.fr

The Nile delta sedimentation constitutes a continuous high resolution record of Ethiopian African monsoon regime intensity. Multiproxy analyses performed on hemipelagic sediments deposited on the Nile margin allow the quantification of the Saharan Aeolian dust and the Blue/White Nile River suspended matter frequency fluctuations during the last 21 cal. ka BP. The Sr and Nd isotopes, clay mineralogy, bulk elemental composition and preliminary palynological analyses reveal large changes in source components, oscillating between a dominant Aeolian Saharan contribution during the Last Glacial Maximum and the Late Holocene, a dominant Blue/Atbara Nile River contribution during the Early Holocene and a probable White Nile River contribution during the Middle Holocene.

The following main features are highlighted:

1. The rapid shift from the Last Glacial Maximum arid conditions to the African Humid Period (AHP) started at about 15 cal. ka BP. AHP extends until 8 cal. ka BP, and we suggest that the Ethiopian African Monsoon (EAM) maximum between 15 and 8 cal. ka BP is responsible for a larger Blue/Atbara Nile sediment load and freshwater input into the Eastern Mediterranean Sea.

2. The transition between the AHP and the arid Late Holocene is gradual and occurs in two main phases between 8.4 and 6.5 cal. ka BP and 6.5 to 3.2 cal. ka BP. From 8.4 to ~3.2 cal. ka BP, sediments consist of a mixture of Blue and White Nile materials and we hypothesize a differential progressive weakening of Blue Nile material with respect to White Nile material. We suggest that the main rain belt shifted southward from 8 to ~4 cal. ka BP and was responsible for progressively reduced sediment load and freshwater input into the eastern Mediterranean Sea.

3. The aridification along the Nile catchments occurred from ~4 to 2 cal. ka BP. A dry period, which culminates at 3.2 cal. ka BP, and seems to coincide with a re-establishment of increased oceanic primary productivity in the western Mediterranean Sea.

We postulate that the decrease in thermohaline water Mediterranean circulation could be part of a response to huge volumes of fresh-water delivered principally by the Nile River from 15 to 8 cal. ka BP in the eastern Mediterranean.

Revel, Colin …. et al., in press. Regional Environmental Change.

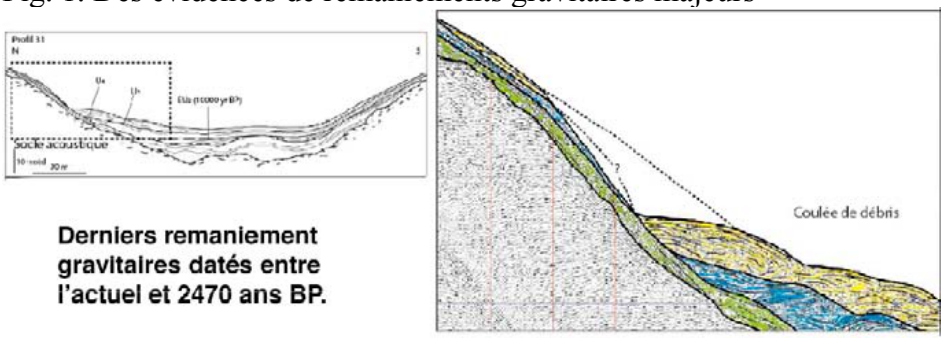
# SPATIALISATION DE DÉPÔTS CO-SISMIQUES DANS LE REMPLISSAGE SÉDIMENTAIRE DU LAC DE VENS (MERCANTOUR, ALPES FRANÇAISES)

Marie REVEL[(1)], Eric CHAUMILLON[(2)], Bruno WILHELM[(1)], Jade PEDERSON[(3)] J., Elodie BRISET[(3)], Yann ROLLAND[(1)], Fabien ARNAUD[(4)], Christian CROUZET[(4)]

(1) Geoazur, 250 Rue Albert Einstein 06560 VALBONNE-SOPHIA ANTIPOLIS, France
(2) LIENS, La Rochelle
(3) CEREGE, Centre Européen de Recherche et d'enseignement, Université d'Aix Marseille III
(4) Laboratoire Environnement Dynamique et Territoire de Montagne, Le Bourget-du-Lac, France
(@) revel@geoazur.unice.fr

Les Alpes du Sud sont connues pour être l'une des régions les plus soumises à l'aléa sismique en France. Les chroniques historiques permettent d'inventorier les évènements sismiques majeurs au cours des derniers siècles. Afin d'estimer, à long terme, la récurrence des événements sismiques sur une plus longue échelle de temps (Holocène), la démarche consiste dans un premier temps à repérer les événements sismiques historiques récents (séismes localisés dans le massif du Mercantour d'intensité épicentrale VIII). Une première étude a permis de démontrer le potentiel des sédiments du Lac de Vens (2300 m d'altitude, Mercantour, Alpes du Sud) comme enregistreur des séismes majeurs de la région en relation avec le système de faille active de Jausiers-Tinée (cf. communication Wilhelm et al. dans la même session). Six dépôts caractérisés par une homogénéité granulométrique et géochimique et une augmentation de la foliation ont en effet été identifiés dans le dépôtcentre. Ces dépôts de type homogénite témoigneraient de déstabilisations des pentes et du mélange des particules mises en suspension par l'oscillation de la masse d'eau (effet de seiche). D'après la littérature, les déstabilisations des pentes et la mise en place de l'effet de seiche seraient à associer aux chocs de séismes. La chronologie préliminaire de la séquence sédimentaire appuie cette hypothèse car les dates des dépôts les plus récents correspondent bien aux dates des séismes historiques majeurs de la région. Cette première étude s'est cependant appuyée sur un jeu restreint de carottes et n'a pas permis de discuter la spatialisation de ces dépôts de type homogénite et donc d'approcher finement les processus à leur origine. Dans cet objectif, notre étude repose sur i) l'investigation géomorphologique haute résolution basée sur des données géophysiques (réflexion sismique : Sondeur Chirp ECHOES 3500) à l'échelle de la cuvette lacustre ii) et le prélèvement de carottes sédimentaires courtes (< 2m) et longues (9 mètres). Le couplage des données géophysiques (40 profils sismiques) et sédimentologiques (15 carottes) a permis une analyse détaillée de la morphologie du remplissage sédimentaire (Fig. 1) ainsi que l'identification des zones de rupture, de glissements en masse de grande ampleur et de l'extension géographique de ces 6 homogénites. D'autre part il est également apparu que les déstabilisations gravitaires ne concernent que la partie la plus récente de la séquence (fin Holocène), pouvant suggérer une plus grande stabilité des pentes subaquatiques au début de l'Holocène ou une diminution de l'activité sismique du système de faille Jausiers-Tinée.

Fig. 1. Des evidences de remaniements gravitaires majeurs



# PROCESSUS SÉDIMENTAIRES DANS LES DÉPÔTS PRÉSERVANT LES ORGANISMES COLONIAUX A 2.1 GA DANS LE BASSIN FRANCEVILLIEN DU GABON

Jean-Yves REYNAUD[1,@], Alain TRENTESAUX[1], Abderrazak EL ALBANI[2], François GAUTHIER-LAFAYE[3], Pascal BOUTON[4], Claude LAFOREST[2], Lauriss NGOMBI PEMBA[2]

(1) Université de Lille 1, UMR 8217 Géosystèmes, Cité Scientifique, 59655 Villeneuve d'Ascq.
(2) Université de Poitiers, UMR 7285 IC2MP, 40 Avenue du Recteur Pineau, 86022 Poitiers
(3) CNRS, UMR 7517 LhyGeS, EOST, 1 rue Blessig, 67084 Strasbourg
(4) OOLITE, 102 La Bournaire, 44690 Monnières
(@) jean-yves.reynaud@univ-lille1.fr

L'environnement de dépôt des fossiles à 2.1 Ga découverts il y a quelques années dans les black shales du Bassin Francevillien B (FB) au Gabon (El Albani *et al*., 2010), interprété comme peu profond par ces auteurs, a fait récemment l'objet d'une réinterprétation générale en système turbiditique (Parize *et al*., 2013). Si les organismes sont préservés *in situ*, ce point est critique car il pourrait mettre une contrainte sur la position de la chemocline de l'oxygène dans l'océan paléoprotérozoïque.

Dans le cadre d'une nouvelle campagne de fouilles, nous avons étudié en détail les faciès et la géométrie des dépôts visibles dans la carrière où les fossiles ont été découverts. On peut noter entre autres les points suivants :

(i) Les grès moyens, homogranulaires, sont soit massifs soit affectés par des figures d'échappement d'eau (*dishes*) et les contacts entre les bancs gréseux sont engrenés selon des surfaces de géométrie stylolithique. Cette géométrie des limites de bancs et leur caractère massif peuvent être interprétés comme l'effet d'une liquéfaction post-dépositionnelle, masquant potentiellement le faciès originel.

(ii) Le gisement de fossiles est localisé dans un niveau métrique, à un mètre au dessus du contact entre les grès et les black shales. Dans ce niveau, aucune figure sédimentaire n'est observée hormis la lamination plane originelle. De discrets trains de rides unidirectionnelles apparaissent plus haut dans la série, avec localement des rides d'interférence superposées dans certains niveaux. Des phénomènes de compaction différentielle font qu'au contact supérieur de ces niveaux de rides les black shales prennent un aspect ondulé, voire en mamelons.

Une deuxième carrière, située à 4km de la précédente, montre des grès qui sont stratigraphiquement quelques dizaines de mètres au-dessus des ampélites du gisement. Ils forment une succession strato- et grano-croissante affectée par un pli synsédimentaire d'amplitude décamétrique, scellé par une surface chenalisée. Les grès de la base enregistrent en continu des phénomènes de liquéfaction (microconvolutes, *bowls and pillows*…), tandis que ceux comblant le chenal ont une stratification de HCS/SCS et, vers le haut, des gouttières d'érosion d'amplitude décimétrique. Le contact avec les dolomies et stromatolites silicifiés (jaspes) du FC se trouve, apparemment concordant, au toit de ces grès.

La proximité géométrique et stratigraphique de ces deux carrières laisse penser que, si turbidites il y a, elles ne sont pas nécessairement déposées dans un bassin profond.

El Albani A, Bengston S, Canfield DE, Bekker A, Macchiarelli R, Mazurier A, Hammarlund EU, Boulvais P, Dupuy JJ, Fontaine C, Fürsich FT, Gauthier-Lafaye F, Janvier P, Javaux E, Ossa Ossa F, Pierson-Wickmann AC, Riboulleau A, Sardini P, Vachard D, Whitehouse M, Meunier A (2010). *Nature*, 466 :100-104.

Parize O, Feybesse JL, Guillocheau F, Mulder T (2013) *C. R. Geoscience*, 345 :101-110.

# LES GRÈS DU NÉOCOMIEN DE LA PLATEFORME SAHARIENNE : DES DÉPÔTS TIDAUX À PLUS DE 1500 KM DU SHELFBREAK…

Jean-Yves REYNAUD[1,@], Serge FERRY[2], Jean-Loup RUBINO[3],
Missoum HERKAT[4], Mohammed OUAJA[5]

(1) Université de Lille 1, UMR 8217 Géosystèmes, Cité Scientifique, Avenue Paul Langevin, 59655 Villeneuve d'Ascq cédex.
(2) Université de Lyon1, Géologie, 43 Blvd du 11 Novembre, 69622 Villeurbanne cedex
(3) TOTAL/CSTJF, 64018 Pau
(4) Université Houar, BP 31 El Alia, 16111, Bab Ezzouar, Alger, Algérie
(5) Université de Gabès, Cité Riadh, Zirig, 6072 Gabès, Tunisie
(@) jean-yves.reynaud@univ-lille1.fr

La série mésozoïque de la plateforme saharienne enregistre pendant plus de 200 millions d'années l'évolution de la transition terre-mer sur la marge sud-téthysienne. Pendant presque toute cette période, la sédimentation se fait au niveau de base et avec une subsidence grande longueur d'onde. Les variations de l'onlap au premier ordre et les conditions paléoclimatiques déterminent les fluctuations méridiennes des ceintures de faciès fluvio-deltaïque, marginale évaporitique ou de plateforme carbonatée.

Le Néocomien, dit « continental intercalaire » (CI) est le premier épisode gréseux dans ce domaine après le Trias basal et c'est aussi le dernier de cette ampleur, ce qui pose problème dans le contexte transgressif d'ordre 1, dominé par les plateformes carbonatées du Jurassique et du Crétacé supérieur, entre lesquelles cet intervalle se trouve. Le CI *s.s.* est décrit par Busson (1972) comme un double entablement de grès (Barrémien) et de grès argileux (Albien) séparés par une barre carbonatée azoïque (Aptien). Selon cet auteur, les grès seraient pour l'essentiel des épandages massifs et homogènes d'origine fluvio-deltaïque.

Le réexamen de certains affleurements de la Djeffara lybienne suggère un schéma stratigraphique plus complexe, avec des vallées incisées, et des faciès tidaux (Ouaja et al., 2002 ; Rubino et al., 2010). L'idée que nous développons est (i) qu'on retrouve des faciès d'estran ou de chenaux tidaux dans les grès albiens d'une grande partie du domaine saharien ; et (ii) que les dépôts tidaux les plus méridionaux trouvés à ce jour, à plus de 1500 km du shelfbreak téthysien, correspondraient à des IHS dolomitiques formant des barres méandriformes de grande taille dans le Tinrhert.

Busson G. (1972) Principes, méthodes et résultats d'une étude stratigraphique du Mésozoïque saharien. Mém. Mus. nat. Hist. nat., série C, t. XXVI, Paris, Ed. MNHN, 441 p.

Rubino J.-L., Laffont F., Metais E., Blanpied C., Sbeta A. (2010) The Cabao Fm : a transgressive Cretaceous tidal dunes complex along Djebel Nafusah, NE Libya. Cairo North-African Exhibition and Conference of SPE, abstract SPE129524, 3 pp.

Ouaja, M., Ferry, S., Barale, G., Srarfi, D. (2002) Faciès de dépôt du Jurassique et du Crétacé du bassin de Tataouine (Sud de la Tunisie). Livret-guide excursion ASF/ONM, (http://www.sedimentologie.fr/1/jurassique_et_du_cretace_du_bassin_de_tataouine_708424.html)

# STRATIGRAPHIE DE LA PLATEFORME ORIENTALE DES BOUCHES DE BONIFACIO (CORSE) : APPORTS DE LA SISMIQUE TRÈS HAUTE RÉSOLUTION

Jean-Yves REYNAUD[1,@], Romuald VOISIN[1], Bernadette TESSIER[2]

(1) Université de Lille 1, UMR 8217 Géosystèmes, Cité Scientifique, Avenue Paul Langevin, 59655 Villeneuve d'Ascq cédex.
(2) CNRS, UMR 6143 M2C, 24 rue des Tilleuls, 14000 Caen
(@) jean-yves.reynaud@univ-lille1.fr

De nouvelles données de sismique très haute résolution du détroit corso-sarde ont été acquises en avril 2011 lors de la mission METYSS 3 (chef de mission Virginie Gaullier, Univ. Perpignan). Ces données documentent l'architecture stratigraphique des dépôts néogènes de cette plateforme sous-marine, dont une partie affleure à terre au niveau des falaises calcaires de Bonifacio.

Cette communication est focalisée sur un secteur d'environ 70 km$^2$ situé au large du Golfe de Balistra, couvert par une cinquantaine de profils minisparker 50J (UMR CNRS M2C – Caen). Ces profils ont une résolution verticale de l'ordre du mètre et, sur ce site, une pénétration moyenne d'une cinquantaine de mètres. Une douzaine d'unités sismiques a été cartographiée, depuis le socle acoustique jusqu'aux dépôts holocènes. Deux ensembles sédimentaires principaux sont distingués :

(1) **Une plateforme miocène.-** A l'ouest du méridien 9°20'E et au Nord des Îles Lavezzi, les premières unités correspondent à un complexe agradant ennoyant le socle hercynien, et postérieurement faillé et plissé dans une direction structurale NS dominante. Ces unités n'ont pas pu être suivies à l'est de ce même méridien car trop profondes pour être imagées. En revanche, les unités susjacentes ont pu être détaillées jusque vers 9°30'E. Elles constituent une série monoclinale à pendage E, formée d'unités d'épaisseur 20-50 m, à base localement érosive et montrant des biseaux de progradation vers l'est.

Ces unités sismiques semblent se corréler avec la série burdigalienne préservée à terre sur les falaises de Balistra (Galloni, 2003). Cette interprétation est renforcée par le fait que, dans ce cas, le calendrier de la déformation observée dans les unités miocènes offshore est sensiblement le même que celui établi précédemment dans le sud des Bouches de Bonifacio (Reynaud et al., 2013).

(2) **Une paléovallée plio-quaternaire ?-** La résolution des profils permet de détailler également la couverture sédimentaire dans le secteur des Îles Lavezzi et notamment dans le couloir structural situé entre les îles et la chaussée de socle hercynien qui les borde à l'est. Dans ce secteur la série miocène est absente mais on observe une vallée incisée, dont le comblement est polyphasé et scellé par le prisme littoral holocène.

À l'heure actuelle il n'est pas possible de dire s'il s'agit là de la partie amont d'une incision messinienne et son comblement plio-quaternaire, ou bien si ces incisions sont le résultat d'une morphogenèse continentale du Quaternaire supérieur, comme c'est le cas pour réseau de vallées imprimé dans la topographie sous-marine de la partie méridionale des Bouches de Bonifacio.

Galloni F. (2003) Organisation sédimentaire et anatomies récifales des systèmes carbonatés à silicoclastiques oligomiocènes inférieurs de Provence et du bloc corso-sarde. Thèse de l'Université de Provence, 286 pp.
Reynaud J.-Y., Ferrandini M., Ferrandini J., Santiago M., Thinon I., André J.-P., Barthet Y., Guennoc P. & Tessier B. (2013) From non-tidal shelf to tide-dominated strait: The Miocene Bonifacio Basin, Southern Corsica. *Sedimentology*, 60:599-623

# INTERACTIONS ENTRE SEDIMENTATION CONTINENTALE ET TECTONIQUE SALIFERE : CAS DES MINI-BASSINS DE SIVAS (TURQUIE)

Charlotte RIBES [1,2,@], Cédric BONNEL [1], Charlie KERGARAVAT [1,2], Philippe CRUMEYROLLE [2], Jean-Paul CALLOT [1], and Jean-Claude RINGENBACH [2]

(1) LFC-R, UMR 5150, Université de Pau et des Pays de l'Adour, Pau, France
(2) TOTAL S.A., CSTJF, Pau, France
(@) charlotte.ribes@univ-pau.fr

Le bassin de Sivas, situé sur le plateau Anatolien (Turquie), est un bassin de type avant-pays dans lequel se dépose à l'Oligocène une formation évaporitique à l'origine du développement de nombreux mini-bassins salifères. Le remplissage des mini-bassins étudiés se caractérise par une évolution verticale avec (1) des systèmes de dépôts de type playa lake développés sous climat aride (sheet-flood et évaporites), (2) de dépôts de type fluviatile en tresse sous climat humide et (3) de dépôts marins deltaïques peu profonds clastiques et carbonatés.

La géométrie des systèmes de dépôts est modifiée par la tectonique salifère comme en atteste la présence spectaculaire de discordances progressives et de biseaux intra-formationnels tant dans les séries continentales que marines. Par ailleurs, la succession sédimentaire est ponctuée de discordances et de limites de séquences d'extension régionale exprimant d'une part l'arrivée concomitante dans les mini-bassins des systèmes fluviatiles en tresse (limite de séquence), et d'autre part de la transgression de dépôts marins (onlap sur une discordance angulaire) dont la géométrie est modifiée par la tectonique salifère. Enfin, le sommet de la série marine étudiée se marque par un épisode transgressif régional, marnes et calcaires à algues dont la continuité régionale semble sceller la formation initiale des mini-bassins.

A partir d'une cartographie fine de mini-bassins, Emirhan, Karayün et Akpinar, et de la caractérisation de leur remplissage, différents schémas tectono-sédimentaires sont proposés. Dans les deux premiers mini-bassins d'âge équivalent, les systèmes fluviatiles forment des ensembles sableux continus caractéristiques de systèmes en tresse qui s'amalgament verticalement et horizontalement, et marquent une réactivation des sources d'apport couplée à un changement climatique.

Néanmoins, des différences faciologiques fines sont observées entre le remplissage de ces deux mini-bassins. Ces différences sont liées à la tectonique salifère qui modifie la paléotopographie et isole certains bassins des axes de transit majeur modifiant ainsi l'agencement vertical des dépôts et le taux de subsidence. A l'échelle des mini-bassins, les géométries des séquences montrent d'importantes variations d'épaisseur indiquant la migration de dépôt-centres. De plus, les sédiments aux abords du diapir vont présenter soit de fortes rotations des couches, séparant les séquences par des discordances angulaires perpendiculaires (hook), soit des biseaux tronqués par des discordances d'angle faible (wedge). Ces séquences caractéristiques de l'enregistrement de la déformation des sédiments liée au fluage des évaporites sur les flancs de mini-bassins mettent en évidence la compétition entre le taux de sédimentation et la vitesse de fluage des évaporites combiné aux effets de l'eustatisme et des changements du niveau de base.

# LES CHANGEMENTS DU NIVEAU MARIN ET LA PRESENCE DE GAZ LIBRE CONTROLENT LA FORMATION D'UN GLISSEMENT ET DES POCKMARKS ASSOCIES AU LARGE DU NIGERIA

Vincent RIBOULOT[1,@], Antonio CATTANEO[1], Nabil SULTAN[1], Sébastien GARZIGLIA[1], Stephan KER[1], Patrice IMBERT[2], Michel VOISSET[1]

(1) Ifremer, Brest, France,
(2) Total, Pau, France.
(@) riboulot@ifremer.fr

La distribution géographique d'une série de pockmarks observée sur les fonds marins de la pente continentale au large du Nigeria, correspond avec le périmètre d'un grand glissement sous-marin enfoui, nommé NG1. NG1 s'étend sur 200 km$^2$ et est recouvert par une couche sédimentaire de 120 m d'épaisseur qui s'amincit vers l'aval. Il a une structure interne clairement identifiée à partir de l'analyse des données de sismique 3D (fournies par Total), composée par 3 unités adjacentes sur la pente continentale supérieure. Les pockmarks au dessus de NG1 ont un diamètre de plusieurs dizaines de mètres et révèlent des origines distinctes : (1) pockmarks liés à des réservoirs de fluides profond de plus de 500 m, (2) pockmarks ancrés sur les discontinuités engendrées par la présence du glissement NG1 et (3) pockmarks superficiellement ancrés sur une couche sédimentaire condensée à granulométrie plus grossière surmontant la surface régionale (D40) marquant le bas niveau marin du stade isotopique 6.

Le schéma stratigraphique régional, de la partie orientale sous-marine du delta du Niger, est composé d'un empilement de séquences sédimentaires à dominance vaseuse séparées par des unités sableuses. Ces unités confinées dans une trame argileuse constituent des zones d'accumulation de gaz favorisant la migration latérale de gaz et la formation de pockmarks enracinés sur ces unités. Ce schéma de dépôt stratifié et de migration des gaz est perturbé par la présence de NG1 qui fournit (1) un obstacle à la migration des gaz et (2) des zones localisés de moindre résistance mécanique propices à la migration verticale des fluides. Le facteur déclenchant de la formation des pockmarks au dessus de NG1 serait la variation de pression hydrostatique engendrée par une chute du niveau marin relatif durant les stades isotopiques 6 et 2 qui aurait comme conséquence l'exsolution du gaz et sa remontée vers les fonds marins. Nous prévoyons que ces résultats soient un point de départ pour comprendre le rôle des pockmarks sur les changements climatiques. En outre, la libération de gaz s'intensifiant au cours d'une période de bas niveau marin pourrait avoir des implications pertinentes sur le réchauffement climatique suivant cette période glaciaire.

# HETEROGENEITES MINERALOGIQUES ET GEOCHIMIQUES DES "HOT SHALES" DU SILURIEN INFERIEUR DANS LE SW ALGERIEN

Christophe RIGOLLET[1,@], Merijn DE BLOCK[1], Suzi BURNS[2], Eric PORTIER[3]

(1) SGS Horizon B.V., Stationsplein 6, 2275 AZ Voorburg, The Netherlands.
(2) SGS ARQS, Inward Way, Rossmore Business Park, Ellesmere Port CH65 3EN, U.K.
(3) GDF-SUEZ, Faubourg de l'Arche, 1 Place Samuel de Champlain, 92930 Paris la Défense, France
(@) Christophe.rigollet@sgs.com

En Afrique du Nord, les argiles du Silurien Inférieur sont d'excellentes roches mères et pourraient présenter un fort potentiel non-conventionnel (« Shale Gas »). Ces argiles se sont déposées dans un environnement marin confiné, au cours de la transgression du Silurien Inférieur. À l'échelle du continent, cette série discontinue comble une topographie complexe contrôlée par les grandes structures tectoniques et les morphologies glaciaires ordoviciennes (Luning et al., 2000). À l'échelle d'un champ pétrolier, les analyses minéralogique et géochimiques réalisées sur des déblais de forage (« cuttings ») montrent des variations latérales et verticales de faciès significatives, en contradiction avec l'apparente homogénéité de la formation.

Cette étude est basée sur 80 échantillons de déblais provenant de 5 puits d'un basin paléozoïque du SW de l'Algérie, avec un espacement maximum entre puits de 13 km. Chaque échantillon a été analysé en termes de minéralogie et pétrographie (analyse QEMSCAN) et matière organique (TOC et pyrolyse Rock Eval). La micro-fracturation a été caractérisée à partir d'analyses tomographiques (CT-scan) et les propriétés mécaniques à partir du Young's Modulus et de la dureté (Nano Indenter MTS G200).

QEMSCAN est un acronyme anglais signifiant évaluation quantitative des matériaux au moyen de la microscopie électronique à balayage. Il permet de cartographier la variabilité minéralogique d'un échantillon à partir de sa composition chimique, à l'échelle du micromètre.

L'analyse QEMSCAN a permis d'identifier 21 minéraux et 23 lithologies. Les principaux minéraux sont par quantité décroissante le groupe des illite-smectite (28%), le quartz (18%), la pyrite (10%), le groupe des séricite-micas blancs (9%), la calcite (9%), la muscovite (8%) et la kaolinite (8%). On note la présence importante de calcite et de pyrite dont l'impact sur les propriétés mécaniques de la roche est en cours d'étude.

Cette étude a permis de caractériser l'hétérogénéité minéralogique des « Hot shales » et de discuter les paramètres qui contrôlent les variations verticales et latérales de facies (sédimentologie versus diagenèse). La série a été subdivisée en deux unités datées du Llandoverien Supérieur et du Wenlockien, présentant chacune des spécificités minéralogiques et géochimiques favorable à l'attribution d'un potentiel « Shale Gas ». Le potentiel gazier non-conventionnel ne se limiterait donc pas à la base du Llandoverien (Rhuddanien) comme c'est généralement le cas à l'échelle régionale.

- Les « Hot Shales » du Llandovérien Supérieur avec des teneurs élevées en COT (3.8% en moyenne et 8.9% au maximum). Pour les minéraux susceptibles d'impacter significativement la fracabilité de la roche, les teneurs en quartz et en calcite sont relativement faibles (respectivement 12% et 9% en moyenne), mais les argiles peuvent être cassante (illite et dickite cristallines). La teneur en pyrite est élevée (11%).
- Les « Hot Shales » du Wenlockien ont également des teneurs significatives en COT (2% en moyenne et 5.8% au maximum) et les proportions de quartz et de calcite augmentent significativement par comparaison au Llandovérien Supérieur (respectivement 19% et 10% en moyenne). La teneur en pyrite est de 5% en moyenne.

# PÉTROGRAPHIE ET CRISTALLOCHIMIE DES SMECTITES AUTHIGÈNES DANS LES SABLES DES FORMATIONS IKANSK ET UYUK DU BASSIN DE CHU-SARYSU (KAZAKHSTAN).

Valentin ROBIN[1,@], Benoit HEBERT[1], Paul SARDINI[1], Emmanuel TERTRE[1], Michael DESCOSTES[2], Nicolas FIET[2], Olivier REGNAULT[2], Daniel BEAUFORT[1]

(1) University of Poitiers, CNRS UMR 7285 IC2MP, HydrASA Bât. B35, rue Michel Brunet, F- 86022 Poitiers Cedex, France.
(2) AREVA, Mining Business Group, Research and Development Department. Tour AREVA, 1, place Jean Millier 92084 Paris La Défense Cedex, France.
(@) valentin.robin@univ-poitiers.fr

Il existe très peu de données concernant la cristallochimie des smectites dioctaédriques formées lors de la diagénèse précoce (éogénèse) des sables qui sont à l'origine des réservoirs gréseux dans les bassins sédimentaires. La plupart des études considèrent que les smectites néoformés dans les grès sont de type montmorillonite comme cela a été démontré dans les argilites.

Une étude combinant pétrographie des altérations et analyses cristallochimiques des minéraux argileux a été réalisée dans des formations sédimentaires sableuses (d'âge Paléogène) du bassin de Chu-Sarysu, au Kazakhstan qui ont subi un très faible enfouissement (de 400 à 600 m de profondeur). L'objectif est de fournir des données nouvelles sur la cristallochimie des smectites qui sont bien connues pour constituer le précurseur de l'illite qui peut se développer plus en profondeur dans les conditions de la mésogenèse. Les échantillons des sables étudiés sont très peu consolidés et proviennent de puits forés le long d'aquifères présentant les caractéristiques d'un gisement d'uranium de type roll-front. La préservation de la fabrique sédimentaire a été vérifiée par micro-tomographie RX, tandis que l'étude pétrographique a été effectuée au microscope électronique à balayage. Les informations concernant la structure cristalline et de cristallochimie des smectites ont été obtenues par diffraction de rayons-X (XRD), par spectroscopie infra-rouge par transformée de Fourier (FTIR) et par micro-analyse chimique (MEB-EDS).

Les minéraux argileux authigènes de ces formations sableuses sont constitués de smectite et kaolinite. Les proportions relatives des minéraux argileux semblent varier en fonction de la localisation des échantillons par rapport au front d'oxydo réduction actuel. La smectite se présente sous forme de film fin qui recouvre les parois des pores et les minéraux authigènes précoces (kaolinite, pyrite) et qui assure parfois des jonctions entre les grains détritiques, contrôlant ainsi la très faible cohésion des sables. L'ensemble des analyses XRD, FTIR et MEB-EDS démontrent que cette smectite dioctaédrique est relativement homogène à l'échelle régionale. Elle est de type beidellitique avec environ 70% de la charge négative du feuillet 2/1 localisé dans les couches tétrtédriques et une substitution significative de l'aluminium par le fer ferrique dans les sites octaédriques. Sa formule structurale est la suivante :

$$(Si_{3.66}Al_{0.34})O_{10}(Al_{1.63}Fe^{3+}_{0.21}Mg_{0.14})(OH)_2\,Na_{0.10}Mg_{0.11}Ca_{0.04}K_{0.07}$$

Le fait que cette smectite authigène soit une beidellite au lieu d'une montmorillonite ouvre de nouvelles perspectives sur la compréhension du différentiel de vitesse d'illitisation qui existe entre grès et shales dans la plupart des formations silicoclastiques. En effet, les propriétés cristallochimiques de la beidellite, beaucoup plus proches de l'illite que celles de la montmorillonite, constituent un pré requis très favorable à un développement plus rapide de l'illitisation dans les grès.

# ANALYSES ISOTOPIQUES DES CARBONATES DE L'EMAIL DENTAIRE DES GRANDS HERBIVORES DES COLLINES TUGEN : CONTEXTE PALEOENVIRONNEMENTAL DES PREMIERS HOMINIDES KENYANS

Damien ROCHE[1,2,@], Loïc SEGALEN[1,2], Brigitte SENUT[3], Martin PICKFORD[3]

(1) UPMC Univ Paris 06, UMR 7193 ISTEP, F-75005, Paris, France
(2) CNRS, UMR 7193 ISTEP, F-75005, Paris, France
(3) CR2P, UMR 7207 CNRS, MNHN, UPMC, F-75005, Paris, France
(@) damien.roche@upmc.fr

L'étude des changements climatiques et environnementaux est essentielle pour la compréhension de l'évolution humaine. Les reconstitutions basées sur les traits écologiques des assemblages de faune et de flore indiquent que les premiers hominidés kenyans, incluant *Orrorin tugenensis*, étaient associés à des paysages boisés. Dans cette étude, nous avons analysé les rapports isotopiques des carbonates de l'émail dentaire des grands herbivores associés à ces hominidés afin d'apporter un éclairage sur leur contexte environnemental. Les dents fossiles ont été échantillonnées dans la Formation de Lukeino (6,1-5,7 Ma, Miocène supérieur) et la Formation de Mabaget (5,3-4,5 Ma, Pliocène inférieur) au pied des Collines Tugen (Vallée du Grand Rift, Kenya). L'environnement de dépôt était fluvio-lacustre, exposé à l'activité volcanique.

En dépit de contaminations de l'émail fossile par des éléments traces (F, Fe, Mn), la diagenèse n'a pas affecté significativement les informations paléoenvironnementales portées par les isotopes stables des carbonates. Les $\delta^{13}C$ et $\delta^{18}O$ des spécimens fossiles sont toujours compris dans la variation isotopique des grands herbivores actuels d'Afrique orientale. Par ailleurs, l'émail des hippopotamidés fossiles est appauvri en $^{18}O$ comparé à celui des herbivores strictement terrestres, ce qui est observé dans la faune est-africaine actuelle.

Concernant le travail de reconstitution, le $\delta^{13}C$ des spécimens fossiles indique que les premiers hominidés kenyans vivaient dans un environnement comprenant des plantes en $C_3$ (arbres et buissons) et en $C_4$ (graminées). Ce type d'écosystème est comparable à une savane boisée. Quelques valeurs isotopiques très négatives ($\delta^{13}C<-12‰$) n'excluent pas la présence de la forêt mais celle-ci devait être restreinte autour des lacs ou le long des rivières qui les alimentaient. Nous avons observé des différences alimentaires entre les groupes herbivores. Les deinothères, les giraffidés et la quasi-totalité des éléphantidés avaient un régime en $C_3$ reflétant une consommation de feuilles voire de fruits. Les équidés et les gomphothères se nourrissaient majoritairement de plantes en $C_4$, indiquant un régime à base de graminées. La plupart des hippopotamidés et des suidés étaient des consommateurs généralistes comme le suggère leur alimentation mixte $C_3$-$C_4$. Les bovidés et les rhinocérotidés avaient une alimentation variée : régime en $C_3$, en $C_4$ et mixte. L'émail des spécimens fossiles présente des variations stratigraphiques des $\delta^{13}C$ et $\delta^{18}O$ qui indiquent que l'environnement des premiers hominidés kenyans aurait évolué vers des conditions plus humides et plus boisées du Miocène supérieur vers le Pliocène inférieur, ce qui est cohérent avec les interprétations paléontologiques.

En perspective pourrait être effectuée une analyse sériée des rapports isotopiques du C, O et Sr de l'émail des grands herbivores fossiles pour les reconstitutions environnementales. Ce type d'étude permettrait de retracer l'évolution du régime alimentaire et des conditions climatiques ainsi que les flux migratoires lors de la croissance dentaire (sur plusieurs mois voire quelques années). Il est important de noter que notre étude s'est focalisée sur une partie de la faune découverte dans les Formations de Lukeino et de Mabaget. Intégrer d'autres groupes d'organismes (ex : gastéropodes, rongeurs, primates) dans l'approche isotopique serait à développer pour déterminer plus avant le contexte environnemental des premiers hominidés kenyans.

# SYSTEMES FLUVIATILES ACTUELS : LIEN ENTRE MORPHODYNAMIQUE DES BARRES SEDIMENTAIRES ET POTENTIEL D'ARCHIVAGE

Stéphane RODRIGUES[(1)], Jean-Gabriel BREHERET[(1)], Nicolas CLAUDE[(1,2)], Coraline WINTENBERGER[(1)], Philippe JUGÉ[(3)].

(1) E.A 6293 GéHCO - GéoHydrosytèmes Continentaux, Faculté des Sciences et Techniques, Université François Rabelais, Parc de Grandmont, F-37200 Tours, FRANCE
(2) Laboratoire Saint-Venant (EDF R&D, CETMEF, Ecole des Ponts ParisTech), Université Paris-Est, 6 quai Watier, BP 49, F-78401 Chatou, FRANCE
(3) CETU ELMIS, Université François Rabelais de Tours, 11 quai Danton, F-37500 Chinon, FRANCE
(@) srodrigues@univ-tours.fr

Les sédiments de chenaux peuvent être interprétés comme des archives à faible potentiel de préservation en comparaison aux environnements de plaine d'inondation. Les structures sédimentaires des barres et des dunes sont souvent « discontinues » dans l'enregistrement géologique. Leur interprétation en termes de reconstruction des systèmes fluviatiles anciens implique des facteurs s'exprimant à large échelle (*e.g.* subsidence), mais peut être erroné si les processus de mise en place des archives sédimentaires sont mal compris. Afin de comprendre la formation et la préservation des archives et de les connecter aux processus de transport survenant en particulier au cours des évènements de crues, il est nécessaire d'analyser la morphodynamique des formes du lit ainsi que la structure sédimentaire qui leur est associée.

Une investigation a été menée sur les sédiments modernes sablo-graveleux de la Loire présents dans un chenal secondaire de 300 m de large. Les barres alternes présentes dans ce chenal ont fait l'objet d'un suivi combinant des sondages bathymétriques fréquents durant des épisodes de crue, une analyse stratigraphique des dépôts post-crue ainsi qu'un suivi des processus érosion/dépôt à l'aide de chaines d'érosion. L'objectif étant de connecter la dynamique des formes du lit en crue (barres et dunes superposées) aux produits sédimentaires –temporairement- archivés et vice versa.

Les résultats montrent que le phasage dans la migration des barres et leur retouche influencent la distribution spatiale des sédiments potentiellement préservés à la suite des épisodes de crue. La distribution spatiale des barres dans le chenal et leur vitesse de migration gouvernent les processus érosion/dépôt et la possible préservation des sédiments. A titre d'exemple, la déflexion des écoulements par les barres est responsable de processus érosifs entre deux macroformes consécutives alors que l'enfouissement et la possible préservation de sédiments sous-jacents est observée dans la partie centrale du front de progradation des barres. Les taux de transports par charriage atteignent leur valeur maximum dans ce secteur au cours des pics de crues ; leur valeur augmente en périphérie de la barre pendant la baisse des niveaux d'eau du fait de la redirection des écoulements. La variabilité spatio-temporelle des taux de transport par charriage s'explique par des axes préférentiels de migration de dunes secondaires. Les sédiments fins (lits centimétriques silto-argileux) interstratifiés dans les sédiments de barres constituent des marqueurs pertinents vis-à-vis des variations de débits, d'apport sédimentaire et de la proximité des fronts de progradation des barres.

Les résultats de cette étude soulignent l'importance d'intégrer la dynamique instantanée des barres et dunes dans l'interprétation de séries fluviatiles plus anciennes.

# ARCHITECTURE STRATIGRAPHIQUE ET ÉVOLUTION PALÉOGÉOGRAPHIQUE DU GOLFE DE SUEZ : APPORTS DE L'ENREGISTREMENT SÉDIMENTAIRE SUR LA DYNAMIQUE D'UN RIFT

Sébastien ROHAIS[1,@], Aurélien BARROIS[1,2], Bernard COLLETTA[1,2], Isabelle MORETTI[1,3]

(1) IFPEN, Direction Géosciences, 1 et 4 Avenue de Bois-Préau, 92852 Rueil-Malmaison Cedex.
(2) Adresse actuelle : Beicip-Franlab, 232, Av. Napoléon Bonaparte, 92502 Rueil-Malmaison Cedex France
(3) Adresse actuelle : GDF SUEZ, Département Exploration et Géosciences, 1 Place Samuel de Champlain, 92930 Paris La Défense Cedex
(@) sebastien.rohais@ifpen.fr

Le Golfe de Suez est probablement le rift continental présentant les meilleurs affleurements et le plus large jeu de données (puits, sismique, datation) permettant de caractériser la dynamique d'évolution d'un rift. Il s'agit également d'un exemple remarquable permettant de caractériser un système pétrolier dans un contexte extensif.

Malgré de très nombreuses études, il n'existe à l'heure actuelle aucune synthèse à l'échelle de l'intégralité du bassin (~300 km x 100 km), ni même de caractérisation des principaux facteurs de contrôle sur l'enregistrement sédimentaire de ce bassin. L'objectif de ce travail est donc d'établir la dynamique du Golfe de Suez à partir de corrélation stratigraphique à l'échelle du bassin, et de discuter des facteurs contrôlant l'enregistrement sédimentaire.

Ce travail repose sur l'interprétation de 279 puits et de 31 coupes sédimentologiques, combinés avec 90 sections structurales et 22 cartes précédemment publiées (paléogéographie, structurale, épaisseur, profondeur). Il résulte en un jeu de 19 cartes paléogéographiques originales et de 4 transects régionaux qui permettent de décrire l'architecture stratigraphique du Golfe de Suez et son évolution structurale.

Le rift de Suez s'est initié à la fin de l'Oligocène, dans le prolongement de la mer Rouge. Le rift s'est propagé progressivement du sud vers le nord durant l'Aquitanien, période à laquelle les premières incursions marines venant de la mer Méditerranée sont enregistrées (Nukhul Fm.). Le rift est alors caractérisé par de nombreux dépocentres contrôlés par des failles. Le rift est ensuite ennoyé au cours du Burdigalien (Rudeis Fm.), période à laquelle les failles sont progressivement connectées et les reliefs sur les épaules du rift sont maximums. Trois grands depocentres principaux sont alors individualisés à l'échelle du rift. A partir du Langhien (Kareem Fm.), le bassin enregistre plusieurs chutes du niveau marin relatif et la bathymétrie dans l'axe du rift se réduit progressivement. Au Serravalien (Belayim Fm.), le bassin enregistre plusieurs déconnections avec la mer Méditerranée comme en témoigne le dépôt des premières évaporites massives dans les dépocentres majeurs du rift. La migration de dépocentre vers l'axe du rift suggère l'initiation de la surrection des épaules du rift. Le Tortonien (South Gharib Fm.) est caractérisé par le dépôt de séries salifères très épaisses (>1000m) qui enregistrent la période de restriction maximale du rift de Suez. Le bassin est encore subdivisé en plusieurs sous-bassins qui sont délimités par les failles principales du rift. Le bassin est totalement et définitivement déconnecté de la mer Méditerranée. Le Messinien (Zeit Fm) est également caractérisé par une épaisse série salifère, mais enregistre une réactivation des systèmes sédimentaires sur les marges du rift suggérant un contexte climatique plus humide que pendant le Tortonien. A partir du Pliocène, les conditions marines sont rétablies (connexion avec l'océan Indien via la mer Rouge). Les épaules du rift sont rapidement portées à l'émersion et le bassin présente alors une configuration très proche de sa configuration actuelle. Les failles bordières actuelles sont réactivées et la localisation des dépocentres suggère une nouvelle dynamique qui ne s'inscrit pas directement dans la prolongation des événements précédents.

# SÉDIMENTOLOGIE ET ARCHITECTURE STRATIGRAPHIQUE DANS LES ARGILES RICHES EN MATIÈRE ORGANIQUE : EXEMPLE DES BARNETT SHALE, BASSIN DE FORT WORTH (TEXAS)

Sébastien ROHAIS[1,@], Marta GASPARRINI[1], Simon NOUVELLET[1], Isabelle MORETTI[1, 2], Jean-Marc DANIEL[1],

(1) IFPEN, Direction Géosciences, 1 et 4 Avenue de Bois-Préau, 92852 Rueil-Malmaison Cedex.
(2) Adresse actuelle : GDF SUEZ, Département Exploration et Géosciences, 1 Place Samuel de Champlain, 92930 Paris La Défense Cedex
(@) sebastien.rohais@ifpen.fr

Dans le cadre de l'exploration pétrolière, les parties proximales des bassins sédimentaires sont généralement bien caractérisées car elles renferment les principaux réservoirs. Par contre, la partie distale, «offshore» des systèmes de dépôt est généralement traitée comme une boite noire constituée de cortèges argileux dans laquelle les hétérogénéités sont mal caractérisées. Avec le développement des «Oil- & Gas-Shale plays», l'architecture stratigraphique et le contenu en matière organique de ces cortèges argileux sont devenus des verrous scientifiques majeurs (absence de modèle de dépôt global, processus sédimentaires...). L'objectif de ce travail est donc d'établir un modèle stratigraphique intégré de la distribution des argiles riches en matière organique en contexte marin.

Le cas d'étude correspond aux Barnett Shale (Mississippien, Fort Worth Basin, Texas, US). Dans ce bassin, plus de 20.000 puits recoupent la formation des Barnett Shale. Ce travail est basés sur une sélection de 285 puits, dont 21 sont carottés, permettant la réalisation de quatre transects régionaux et 11 cartes paléogéographiques. Plusieurs centaines d'analyses Rock-Eval et minéralogiques ont également été intégrées dans l'analyse sédimentologique afin de décrire l'architecture stratigraphique des Barnett Shale.

Le mississippien du bassin de Fort Worth montrent un profil de dépôt (long de 800-900 km) regroupant des faciès de rampe carbonatée passant latéralement à des faciès de bassin. Les faciès de rampe sont représentés par la formation des Calcaires de Chappel qui contient des pinacles carbonatés, des barres oolithiques et des dépôts lagunaires. Les faciès de bassin dont représentés par la formation des Barnett Shale correspondant à des black shales, des mudstones noirs et des argiles phosphatées riches en matière organique. Les dépôts mississippiens peuvent être subdivisés en trois séquences (possiblement 3$^{e}$ ordre) possédant une architecture de rampe et une séquence qui passe progressivement à une architecture de plateforme. La matière organique est abondante dans le cortège transgressif au 4$^{e}$/5$^{e}$ ordre (TST : Transgressive System Tract) et surtout au niveau les surfaces condensées (TS : Transgressive Surface et MFS : Maximum Flooding Surface). Les faciès riches en TOC (Total Organic Carbon) sont les argiles phosphatées et les black shales. Les cortèges progradants au 4$^{e}$/5$^{e}$ ordre (HST : Highstand System Tract et LST : Lowstand System Tract) sont moins riches en matière organique et l'extension des dépôts riches en matière organique est plus restreinte (base des pieds des clinoformes) dans ces cortèges.

# CARACTERISATON DE LA SÉDIMENTATION PLÉISTOCÈNE DU PALÉOLAC DE CASSIS (SE FRANCE)

Carole ROMEY[1,@], Pierre ROCHETTE[1], Claude VELLA[1], Valérie ANDRIEU-PONEL[2], François DEMORY[1], Edward BARD[1], Kazuyo TACHIKAWA[1], Marta GARCIA[1]

(1) CEREGE, Europôle de l'Arbois, Aix en Provence, France
(2) IMBE, Europole de l'Arbois, Aix-en-Provence, France
(@) romey@cerege.fr

La série sédimentaire (50 m) du paléo-lac de Cassis (Bouches-du-Rhône, SE France) représente un enregistrement unique en Provence du fonctionnement d'un petit bassin versant côtier sous l'influence des fluctuations du climat, du couvert végétal et de la morphogénèse en période glaciaire au Pléistocène. Le carottage est composé de 45 m de boues carbonatées grises et laminées, issues de l'altération des marnes aptiennes. Les études sédimentologique, chimique et magnétique caractérisent un milieu de dépôt calme, profond et anoxique et permettent de discuter de la fabrique sédimentaire de sulfures de fer authigéniques sous l'influence des apports de sulfates marins et des variations de température. Les analyses des proxies environnementaux présents dans l'enregistrement sédimentaire permettent de caractériser le paléo-environnement et les variations du climat lors du dépôt des sédiments.

# DEPOTS VOLCANO-SEDIMENTAIRES TRIASIQUES DU BASSIN DE LUANG PRABANG (LAOS) : ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE ET GEOCHRONOLOGIQUE

Camille ROSSIGNOL[1, @], Sébastien BLANCHARD[2], Sylvie BOURQUIN[1], Marie-Pierre DABARD[1], Erwan HALLOT[1], Marc POUJOL[1], Thierry NALPAS[1]

(1) Géosciences Rennes – UMR 6118, Bât. 15, 263 Avenue Leclerc, CS 74205, 35042 RENNES Cedex.
(2) University of Nebraska-Lincoln, 211 Bessey Hall, Lincoln, NE 68583 0340
(@) camille.rossignol@univ-rennes1.fr

Si la présence de dépôts volcano-sédimentaires est reconnue de longue date dans de nombreux bassins triasiques du domaine Est-Téthysien (correspondant à l'actuelle Asie du Sud Est), leur nature et leur âge n'ont fait l'objet que d'un nombre restreint d'études, portant essentiellement sur la composante volcanique. Or ces dépôts constituent une part importante du remplissage des bassins sédimentaires Est-Téthysien et sont susceptibles d'apporter des informations clefs sur l'évolution géodynamique de cette région au Trias, actuellement largement débattue (e.g. Metcalfe, 2013 et références associées).

Des dépôts volcano-sédimentaires continentaux ont récemment été mis en évidence dans le bassin de Luang Prabang (Nord Laos) qui se localise au Trias au carrefour de différents blocs continentaux (Bercovici et al., 2012). Ces dépôts ont fait l'objet d'une étude combinée – sédimentologie de faciès, pétrographie et géochronologie U-Pb sur zircon (Blanchard et al., 2013) – dont les premiers résultats sont les suivants :

(i) les séries volcano-sédimentaires se sont mises en place dans des environnements fluviatiles proximaux (cônes alluviaux ou systèmes en tresses) ;
(ii) les caractéristiques pétrographiques et la succession des âges maximum (obtenus par la méthode U-Pb sur zircons) suivant la succession stratigraphique dénote du caractère synsédimentaire du volcanisme ;
(iii) l'existence d'un volcanisme synsédimentaire atteste la présence d'un volcanisme actif dans cette région au Trias supérieur (225 à 216 Ma) ;
(iv) d'autres sources ont également participé au remplissage du bassin, dont une composante d'âge Protérozoïque (1870 Ma) ;
(v) les taux de préservation dans cet environnement montrent des variations importantes comprises entre 3 et 100 $m.Ma^{-1}$.

La notion de volcanisme synsédimentaire (dépôts volcaniques interstratifiés *versus* remaniés au sein des séries sédimentaires) et les échelles de temps associées au caractère synsédimentaire de dépôts volcano-sédimentaires est enfin discutée à l'aulne de ces résultats.

Bibliographie

Bercovici, A., Bourquin, S., Broutin, J., Steyer, J.-S., Battail, B., Véran, M., Vacant, R., et al. (2012). Permian continental paleoenvironments in Southeastern Asia: New insights from the Luang Prabang Basin (Laos). *Journal of Asian Earth Sciences*, 60, 197–211.

Blanchard, S., Rossignol, C., Bourquin, S., Dabard, M.-P., Hallot, E., Nalpas, T., Poujol, M., et al. (2013). Late Triassic volcanic activity in South-East Asia: new stratigraphical, geochronological and paleontological evidence from the Luang Prabang Basin (Laos). *Journal of Asian Earth Sciences*, 70-71, 8–26.

Metcalfe, I. (2013). Gondwana dispersion and Asian accretion: Tectonic and palaeogeographic evolution of eastern Tethys. *Journal of Asian Earth Sciences*, 66, 1–33.

# COUPLING THERMO-MECANICAL SIMULATION AND STRATIGRAPHIC MODELLING: IMPACT OF LITHOSPHERE DEFORMATION ON STRATIGRAPHIC ARCHITECTURE OF PASSIVE MARGIN BASINS.

Delphine ROUBY[1,@], Ritske HUISMANS[2], Jean BRAUN [3], Didier GRANJEON[4]

(1) Géosciences Environnement Toulouse, 14 av. E. Belin, 31400 Toulouse
(2) Department of Earth Science, University of Bergen, Allegaten 41, N-5007 Bergen, Norway
(3) ISTerre, BP53, 38041 Grenoble Cédex 9
(4) IFPEN, Av. du Bois Préau, 92852 Rueil Malmaison
(@) Delphine.Rouby@get.obs-mip.fr

The aim of this study is to revise the view of the long-term stratigraphic trends of passive margins to include the impact of the coupling between the lithosphere deformation and the surface processes. However, modeling coupling lithosphere deformation and surface processes usually address large-scale deformation processes, i.e. they cannot resolve the stratigraphic trend of the simulated basins. On the other hand, models dedicated to stratigraphic simulation do not include these feedbacks of erosion/sedimentation on deformation processes. The recent development of a numerical modeling tool, coupling the thermal and flexural evolution of the lithosphere and including the (un)loading effects of surface processes in 3D (Flex3D; J. Braun), allows us to propose a new procedure to investigate, in 3D, the evolution of passive margins, from the scale of the lithosphere to the detailed stratigraphic architecture, including syn- and post-rift phases and onshore and offshore domains.

To do this, we first simulate the syn-rift phase of lithosphere stretching by thermo-mechanical modeling (Sopal, R. Huismans). We use the resulting lithosphere geometry as input of the 3D flexural modeling to simulate the post-rift evolution of the margin. We then use the resulting accumulation and subsidence histories as input of the stratigraphic simulation (Dionisos, D. Granjeon) to model the detailed stratigraphic architecture of the basin. Using this procedure, we evaluate the signature of various boundary conditions (lithosphere geometries and thermal states, stretching distributions, surface processes efficiencies and drainage organization) in the uplift/subsidence and denudation histories as well as the stratigraphic architecture of the associated sedimentary basins. We apply the procedure to the case study of passives margins surrounding the Southern Africa plateau, for which we have compiled data constraining the thermal history, the terrigeneous sediment accumulations, and the long term stratigraphic architectures.

# ÉVOLUTION CLIMATIQUE DU PACIFIQUE ÉQUATORIAL AU COURS DU PLIOCÈNE

Gabrielle ROUSSELLE [1,@], Catherine BELTRAN [1], Marie-Alexandrine SICRE [2], Marc de RAFÉLIS [1]

(1) Laboratoire Biominéralisation et Environnements sédimentaires, UPMC, ISTeP-UMR 7193, Paris, France
(2) Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, CNRS, Gif sur Yvette, France
(@) gabrielle.rousselle@upmc.fr

Le Pacifique Equatorial est affecté par deux évènements majeurs au cours du Pliocène : la surrection de l'Isthme de Panama à l'Est (qui fait suite à la fermeture du seuil Indonésien à l'Ouest) et l'intensification des glaciations de l'Hémisphère Nord (NHG). Lié à ces modifications climatiques et tectoniques, le Pacifique Equatorial évolue d'un système de circulations atmosphériques et océanique ouvertes vers des circulations Est-Ouest, et est actuellement caractérisé par une forte asymétrie E-O de la profondeur de la thermocline, de la productivité et des températures de surface (SSTs).

Le suivi des modifications climatiques de cette zone au cours du Pliocène s'appuie ici sur des échantillons provenant de deux sites, le site IODP 1338 dans l'Est du Pacifique Equatorial (EEP), et le site ODP 806 dans l'Ouest du Pacifique Equatorial (WEP). Afin de comparer l 'évolution de ces sites Est et Ouest, cette étude présente des analyses d'isotopes stables de l'oxygène sur le carbonate total ($\delta^{18}O_{bulk}$), des fractions fines enrichies en petites espèces de nannofossiles calcaires caractéristiques de la zone photique ($\delta^{18}O_{\textit{Noelaerhabdaceae}}$), et sur les foraminifères planctoniques *Globorotalia menardii*, calcifiant au niveau de la thermocline ($\delta^{18}O_{\textit{G. menardii}}$). Les résultats sont combinés aux températures de surface dérivées des alcénones au site 1338 (Rousselle *et al*., *EPSL*, 2013) et 806 (Pagani *et al*., *Nature Geosciences*, 2009).

On observe à partir de 4,5 Ma un découplage dans l'évolution de $\delta^{18}O_{bulk}$ et $\delta^{18}O_{\textit{G. menardii}}$ entre les deux sites. On identifie plus clairement cette divergence du niveau de la thermocline entre l'Est et l'Ouest à partir de 3,8 Ma, qui montre une remontée de la thermocline à l'Est et un approfondissement à l'Ouest. Cela suggère l'établissement définitif de la "Western Pacific Warm Pool", correspondant à une zone étendue et profonde d'eaux chaudes à l'Ouest, et par là, la mise en place du système asymétrique le long de l'Equateur. Ces observations sont en accord avec le développement d'une langue d'eau froide à l'Est (« Cold tongue ») (en opposition avec la « warm Pool de l'Ouest) entre 4,4 et 3,6 Ma, identifiée par une baisse des températures de surface.

Pagani M., Liu Z., LaRiviere J., ravelo A.-C. (2009) High Earth-system climate sensitivity determined from Pliocene carbon dioxyde concentrations, *Nature Géosciences*, 1-4.

Rousselle G., Beltran C., Sicre M.-A., Raffi I., De Rafélis M. (2013) Changes in sea-surface conditions in the Equatorial Pacific during the middle Miocene-Pliocene as inferred from coccolith geochemistry, *EPSL 361*, 412-421.

# UN NOUVEAU GILBERT DELTA PLIOCENE DANS LA RIA DE L'OUVEZE (SE FRANCE), IMPLICATIONS STRUCTURALES

Jean-Loup RUBINO [1,@], Olivier PARIZE[2], Speranta POPESCU [3]

(1) TOTAL SA, CSTJF Avenue Larribau 64018 Pau Cedex
(2) AREVA Paris le Défense
(3) GeoBioStratData, Consulting, 385 Rte du Mas Rillier 69140 Rilleux la Pape
(@) jean-loup.rubino@total.com

Jusqu'à présent sur tout le pourtour méditerranéen et sur celui de la Mer Noire, de tous les canyons messiniens transformés en rias lors de la transgression pliocène, seul ceux associés à des drainages courts, adossés à des reliefs montagneux sont comblés par des Gilbert deltas. A l'inverse les rias longues, associées à de grandes rivières, à faible gradient, ainsi que leur affluents n'avaient jamais montré de tel dispositif y compris dans leur partie proximale sauf le Danube.

L'Ouvèze, affluent situé sur la rive gauche du Rhône et drainant le sud de la Drome et le Nord du Vaucluse fait exception ; pour la première fois le Pliocène, est organisé en Gilbert delta marin. Il se développe en aval de Vaison la Romaine, entre Roaix et Séguret et est exposé à la faveur d'une sur-incision récente du lit de l'Ouvèze.

Jusqu'alors, seule la présence d'argiles marines avait été reconnue sur la carte géologique comme dans les travaux antérieurs, mais leur organisation en delta n'avait pas été mise en évidence. L'affleurement de 25m de haut et de 1,5km de long permet notamment d'observer le sommet des foresets argileux et le passage aux foresets sableux eux même tronqués par le Quaternaire. Les foresets argileux sont constitués de clinoformes plurimétriques définissant des larges auges pluridécamétriques se recoupant les unes les autres. Les lamines renferment un abondant matériel ligneux dans lequel occasionnellement on peut voir des doublets argileux suggérant une discrète influence tidale ainsi que des niveaux silteux ou sableux à rides de courants et avec des bioturbations le long de sets. Plus vers l'aval, des bancs décimétriques érosifs s'interstratifient dans les argiles avec un pendage de 20°, ils montrent des séquences gravitaires. Le passage aux foresets sableux est rapide et caractérisé par une augmentation de l'angle des clinoformes et la présence de lamines d'angle fort. L'aggradation continentale n'est pas préservée suite à l'érosion quaternaire.

Le canyon messinien est très étroit et viens s'enraciner dans la Gorge actuelle située en aval de Vaison, suggérant, compte tenue de la profondeur du talweg actuel une exhumation probable du canyon messinien. Le principal intérêt d'un tel dispositif est de suggérer que la pente de l'Ouvèze pliocène, drainant le sud des chaines subalpines méridionales et le front du Ventoux devait être suffisante pour permettre à la rivière lorsqu'elle atteignait son niveau de base de développer l'effet de jet favorisant le développement des courants. Le paroxysme de la déformation étant Tortonien dans la région, il y a tout lieu de penser que comme souvent dans la vallée du Rhône un réajustement isostatique se manifeste expliquant la surrection et l'entretien voire l'accentuation de la pente du profil.

# EVOLUTION TARDI-GLACIAIRE ET HOLOCÈNE D'UN BASSIN VERSANT DE MOYENNE MONTAGNE (LAC DE LA THUILE, MASSIF DES BAUGES) : IMPACTS CLIMATIQUE ET ANTHROPIQUE

Pierre SABATIER[1,@], Manon BAJARD[1], Fernand DAVID[2], Jérôme POULENARD[1], Fabien ARNAUD[1], Anne-Lise DEVELLE[1], Anouk LELOUP-BESSON[1], Jean-Louis REYSS[3], Bernard FANGET[1], Emmanuel MALET[1], Daniel ARNAUD[4], Laurent AUGUSTIN[4], Christian CROUZET[5]

(1) EDYTEM, Université de Savoie, CNRS, bat. pôle montagne, 73376 Le Bourget du Lac.
(2) CEREGE, Aix-Marseille Univ, CNRS, IRD, Collège de France, Europôle de l'Arbois, BP 80 13545 Aix en Provence.
(3) LSCE, UVSQ, CNRS, CEA, avenue de la Terrasse, 91110 Gif-sur-Yvette.
(4) Division technique de l'INSU, C2FN (Centre de Carottage et de Forage National), CNRS, 83507 La Seyne-sur-mer.
(5) ISTerre, Université de Savoie, CNRS, bat. Belledonne, 73376 Le Bourget-du-Lac.
(@) pierre.sabatier@univ-savoie.fr

Le lac de La Thuile dans le massif des Bauges (875m a.s.l.) livre une séquence sédimentaire de près de 18m couvrant la période du dernier maximum glaciaire à l'actuel. De par son altitude la formation précoce de ce lac lors du retrait glaciaire fournit un enregistrement continu documentant les changements climatiques et environnementaux à travers le Tardiglaciaire et l'Holocène. A ces variations conditionnées par l'altitude de son bassin versant (étage montagnard), se superpose l'influence des pratiques humaines en moyenne montagne qui joue un rôle fondamental sur la dynamique sédimentaire au cours des derniers millénaires.

L'analyse multiproxies à haute résolution de la totalité de cette séquence associant des analyses sédimentologiques (granulométrie, spectrocolorimétrie, matière organique, microfaciès), géochimiques (éléments majeurs et traces), palynologiques et magnétiques permet d'étudier les relations sols/sédiments lacustres et de déterminer les interactions Homme/environnement/climat. Ainsi nous avons pu mettre en évidence cinq dynamiques sédimentaires successives très contrastées avec par ordre chronologique i) la stabilisation du bassin versant suite au retrait glaciaire ; ii) l'impact des variations climatiques du Tardiglaciaire (Dryas ancien, Bölling, Allerod, Dryas récent) sur l'érosion ; iii) la mise en place d'un système lacustre présentant une très faible sédimentation rythmée durant la première partie de l'Holocène ; iv) la perturbation grandissante de ce système par les activités humaines sur le bassin versant avec le début de l'Anthropocène et enfin v) la déstabilisation complète des sols par le changement de pratiques agro-pastorales depuis 1500 ans.

Ce travail montre l'influence majeure des paramètres climatiques et environnementaux (partiellement induits par les activités anthropiques) sur l'enregistrement des archives sédimentaires en moyenne montagne. Il démontre également, dans le cas de ce lac de l'étage montagnard, la dramatique accentuation des phénomènes érosifs qui caractérise la fin de l'âge du Fer, l'Antiquité et qui se poursuit ici jusqu'à la déprise rurale de la deuxième moitié du XXème siècle.

# UTILISATION D'OUTILS ISOTOPIQUES POUR L'ETUDE DE L'ALTERATION DE CALCAIRE

Mandana SAHEB[1,@], Anne CHABAS[1], Anne MICHELIN[1], Jean-Didier MERTZ[2], Estel COLAS[2], Olivier ROZENBAUM[3], Aurélie-Verney CARRON [1], Jean-Pierre SIZUN [4]

(1) Laboratoire Interuniversitaire des Systèmes Atmosphériques, 61 avenue du Général de Gaulle, 94010 Créteil Cedex
(2) Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques, 29 rue de Paris, 77420 Champs-sur-Marne
(3) Institut des Sciences de la Terre d'Orléans, 1A, rue de la Férollerie, 45071 Orléans Cedex 2
(4) Laboratoire Chrono-environnement, La Bouloie - UFR Sciences et Techniques, 16 route de Gray 25030 Besançon Cedex
(@) mandana.saheb@)lisa.u-pec.fr

Ce projet a pour objectif de développer des outils isotopiques pour mieux comprendre l'altération des pierres calcaires utilisées dans les façades des monuments historiques soumises au milieu atmosphérique pollué. Dans les parties en élévation, l'eau sous forme de pluie (ruissellement ou dépôt humide) ou sous forme vapeur (condensation ou dépôt sec) est le principal agent d'altération. Afin d'établir sa circulation au sein des calcaires poreux et d'identifier les sites de réaction préférentiels, deux traceurs isotopiques ($^{2}H$ ou D et $^{18}O$) sont utilisés pour suivre la solution d'altération (D) et localiser les phases secondaires ($^{18}O$).

Le calcaire de Saint-Maximin, utilisé dans de nombreux monuments en Ile-de-France en tant que pierre de construction et de restauration a été spécifiquement étudié. Des matériaux sains, provenant de monuments (Tribunal Administratif, Basilique Saint-Denis, Comédie Française) et altérés en laboratoire constituent le corpus d'échantillons, offrant la possibilité de présenter différents stades d'altération.

Dans un premier temps, une caractérisation fine des matériaux est réalisée à plusieurs échelles pour identifier les faciès d'altération (MEB-EDS, microspectrométrie Raman, DRX, rugosimétrie) et étudier les transferts d'eau (cinétique d'imbibition, réseau de pores : tomographie des rayons X, porosimétrie mercure). Les échantillons sont ensuite altérés en laboratoire par dépôt secs ou humides, de façon réaliste et contrôlée, à l'aide de solutions marquées isotopiquement (D et $^{18}O$), afin de localiser les zones de réaction par SIMS.

La localisation de ces zones et leur quantification permettra alors d'étudier le rôle de l'évolution de la porosité et de la formation de produits d'altération sur les processus de transfert de solution et de réactions chimiques au sein du matériau, qui influenceront au premier ordre l'évolution des cinétiques d'altération des calcaires au cours du temps.

La méthodologie développée spécifiquement pour cette étude ainsi que les premiers résultats expérimentaux seront présentés et discutés ici.

# CONTRÔLE SÉDIMENTOLOGIQUE SUR LES PROCESUS DIAGÉNÉTIQUES DES GRÈS TIDAUX DE LA FORMATION *CAPE HAY* : IMPACT SUR LES PROPRIÉTÉS RÉSERVOIRS (PERMIEN, BASSIN DE BONAPARTE, NORD DE L'AUSTRALIE)

Jessica SAÏAG[1,@], Benjamin BRIGAUD[1], Éric PORTIER[2], Maurice PAGEL[1], Guy DÉSAUBLIAUX[2], Agathe BUCHERIE[2]

(1) Université Paris-Sud, UMR 8148 IDES, bât. 504, 91405 Orsay, France
(2) GDF-Suez EPI, 1 place Samuel de Champlain - Faubourg de l'Arche 92930 Paris La Défense Cedex - France
(@) saiag.jessica@gmail.com

Afin de répondre à la demande en énergie du futur, il est essentiel de mieux contraindre les propriétés des gisements d'hydrocarbures très enfouis. Les facteurs contrôlant les qualités des réservoirs – porosité (Φ) et perméabilité (k) - est un prérequis pour améliorer la modélisation de ces gisements et la prédiction de leurs réserves. Le réservoir silicoclastique du Bassin Bonaparte (Nord Australie), enfoui à plus de 3 500m de profondeur, présente de grandes hétérogénéités de porosité (2 à 26%) et de perméabilité (0,001 à 2 500mD). Pour comprendre cette variabilité, 42 échantillons ont été prélevés sur cinq forages carottés traversant l'intégralité du réservoir. L'étude des carottes couplée aux observations microscopiques a permis de définir six faciès se répartissant dans une baie : (1) faciès de mud flat (F1a), (2) faciès de sand flat (F1b), (3) faciès de sommet de barre tidale (F2a), (4) faciès de milieu de barre tidale (F2b), (5) faciès de pied de barre tidale (F2c), et (6) faciès d'offshore supérieur (F3). L'étude de la diagenèse de ces échantillons a été effectuée à l'aide du microscope optique, du Microscope Electronique à Balayage, de la cathodoluminescence et de la Diffraction des Rayons X. Une séquence paragénétique se composant de six processus diagénétiques est proposée : (1) mise en place de *grain coatings* de chlorite ferreuse, (2) silicification, (3) altération, dissolution des feldspaths et corrosion des quartz, (4) formation d'argile authigène, (5) cimentation de calcite ferreuse, et (6) compaction chimique se mettant en place après les *grain coatings* jusqu'à aujourd'hui.

Les échantillons présentant de bonnes porosités (Φ>15%) et perméabilités (k>10mD) correspondent aux faciès de milieu (F2b) et sommet de barres tidales (F2a). Ces barres tidales sont de grandes barres sableuses qui se mettent en place dans un environnement de baie soumis à une dynamique tidale.

La phase d'altération et dissolution des feldspaths, favorisée par la circulation d'un fluide acide, s'est produit de manière homogène dans l'ensemble du réservoir. Cette altération des feldspaths est un facteur secondaire sur les variabilités Φ-k au sein du réservoir puisqu'elle est à l'origine de la création de porosité secondaire (5 à 10%) se répartissant de manière homogène sur l'ensemble du réservoir. En contrepartie, les dissolutions de feldspaths relâchent dans le milieu des éléments (silice, aluminium et potassium) favorisant le développement de kaolinite et d'illite, qui ont tendance à détruire les Φ-k.

Des *grain coatings* de chlorite en recouvrement continu sur les grains détritiques se mettent en place systématiquement dans les faciès de barres tidales lorsque l'influence marine devient plus marquée. Ces films argileux inhibent la silicification et permettent le ralentissement de la compaction chimique. Ces *coatings* qui se mettent en place par l'intermédiaire d'un précurseur (la berthiérine), se révèlent être le paramètre clef responsable des bonnes qualités Φ-k.

# SIMULATIONS D'ENSO ET DE SES LIENS AVEC LA SPCZ DANS DIFFÉRENTS CONTEXTES CLIMATIQUES

Marion SAINT-LU[(1,@)], Pascale BRACONNOT[(1)], Olivier MARTI[(1)], Matthieu LENGAIGNE[(2)], Julie LELOUP[(2)], Gillali ABDELAZIZ[(1)], Alina GAINUSA-BOGDAN[(1)]

(1) IPSL/LSCE, unité mixte CEA/CNRS/UVSQ, Orme des Merisiers, bât 712, 91191 Gif sur Yvette, France
(2) IPSL/LOCEAN, unité mixte CNRS/IRD/UPMC/MNHN, 4 place Jussieu, 75005 Paris, France
(@) marion.saint-lu@lsce.ipsl.fr

La variabilité interannuelle du Pacifique tropical est aujourd'hui principalement modulée par l'oscillation El Niño/Oscillation Australe (ENSO). Étant donnés les forts impacts économiques et sanitaires de ce phénomène, la compréhension de son évolution au fil du temps représente un enjeu majeur. En étudiant différentes configurations climatiques passées, nous espérons identifier les mécanismes reliant les caractéristiques de la variabilité interannuelle au contexte climatique moyen. Dans ce cadre, nous examinons une simulation passée du moyen Holocène réalisée avec le modèle de climat de l'IPSL CM5A, en parallèle avec une simulation du dernier maximum glaciaire et une projection future avec le dioxyde de carbone multiplié par quatre. Les résultats montrent qu'ENSO reste dans toutes les simulations une composante forte de la variabilité tropicale, mais que ses caractéristiques sont significativement modifiées lors d'un changement de climat. Les différentes études menées jusqu'ici s'accordent à montrer une réduction d'ENSO au moyen Holocène, que nous trouvons également. Ces modifications sont liées de manière non triviale à plusieurs facteurs tels que les transformations de structure et d'intensité des circulations grande échelle, en particulier la circulation de Walker. Les changements de climat ont également des conséquences sur la position de la Zone de Convergence Sud Pacifique (SPCZ), structure clé du cycle hydrologique dans la région sud-ouest Pacifique. Cette région présente un intérêt particulier car elle abrite des paléo-données à haute résolution temporelle telles que les coraux fossiles, exploitées en termes de variations d'ENSO. Il apparaît que les télé-connexions entre la SPCZ et les événements El Niño varient d'un climat à un autre. Cela implique un questionnement sur la manière d'exploiter les paléo-données que nos soulevons ici.

# SUSPENDED SEDIMENT FLUX MONITORING FROM ACOUSTIC MEASUREMENTS (ADCP) IN THE RHÔNE RIVER DURING TWO MAJOR FLOOD EVENTS

Issa SAKHO[(1*)], Philippe DUSSOUILLEZ[(1)], Doriane SABATIER[(1)], François SABATIER[(1)], Boris HANOT[(1)], Guillaume RACCASI[(2)], Michal TAL[(1)], Olivier RADAKOVITCH[(1)]

(1) CEREGE UM34, Aix-Marseille Université, CNRS, IRD, BP80, 13545 Aix en Provence cedex 04, France
(2) Grontmij, 97 Rue De Freyr - Cs 36038, 34060 Montpellier cedex 2, France
(@) issa.sakho@gmail.com

Le bac de Barcarin V, situé à environ 13 km de l'embouchure du grand Rhône, a fait l'objet depuis 2010 de la mise en place d'un courantomètre acoustique à effet doppler (ADCP - RDI 600 kHz) dédié à l'évaluation des flux liquides et solides en transit et à la compréhension de leur évolution dans le temps et leur structuration dans la colonne d'eau. L'ADCP effectue des mesures à chaque traversée du bac et les données sont transmises par Wifi sur un ordinateur installé à terre. Un dispositif de contrôle à distance et de transfert automatique de fichiers vers un ordinateur au laboratoire (CEREGE) a été mis en place.

Cet équipement est destiné à mieux évaluer l'évolution des champs de vitesses de l'écoulement ; estimer, à partir de l'intensité rétrodiffusée, les flux de matières en suspension (MeS) et comprendre la structuration du flux de MeS dans la colonne d'eau.

L'estimation des flux solides à partir de mesures acoustiques nécessite une calibration de l'intensité rétrodiffusée par des prélèvements de MeS répartis sur toute la section étudiée et à différentes profondeurs. Les données utilisées ici sont issues des analyses de concentration en MeS et granulométrie des échantillons prélevées lors de deux crues annuelles de plus de 4000 $m^3.s^{-1}$ (en novembre 2012). Le logiciel Plume Detection Toolbox de la société AquaVision a été utilisé pour la calibration et la quantification du transport sédimentaire dans le Grand Rhône.

Les résultats montrent trois classes de vitesses de courant pour des plages de débit qui encadrent le module (1700 $m^3.s^{-1}$). Les vitesses moyennes de courant sont d'environ 0,2 $m.s^{-1}$ pour des débits d'étiages autour de 500 $m^3.s^{-1}$. Entre 1500 et 3000 $m^3.s^{-1}$, les vitesses moyennes du courant sont d'environ 0,6 $m.s^{-1}$. Lors des crues annuelles ($Q \geq 4000$ $m^3.s^{-1}$), les vitesses moyennes du courant peuvent atteindre environ 1,5 $m.s^{-1}$ au pic de la crue. La répartition des vitesses correspond au schéma classique des écoulements dans les fleuves.

L'analyse de l'évolution des flux solides montrent une bonne structuration du flux de MeS dans la colonne d'eau avec la présence d'une suspension graduée au maximum de la crue du 12/11/2012. Le maximum de flux solide a été mesuré lors de ce pic de crue avec environ 925226 tonnes/jours. Il n'existe pas de décalage temporel entre les pics des flux solides et liquides à Barcarin.

***Mot clés*** : ***Ecoulement, flux liquides & solides, ADCP, calibration, bac de Barcarin, Rhône***

# FRACTURATION, INTÉRACTIONS FLUIDE/ROCHE ET MIGRATIONS DES FLUIDES DANS LES SÉRIES MÉSOZOÏQUES DE LA ZONE NORD-PYRÉNÉENNE (CHAINONS BÉARNAIS)

Roland SALARDON[(1,@)], Jacques PIRONON[(1)], Cédric CARPENTIER[(1)], Nicolas BELLAHSEN [(2)]

(1) UMR 7359 GeoRessources, Université de Lorraine - Faculté des Sciences et Techniques, Campus Sciences-Aiguillettes, BP 70239, 54506 Vandoeuvre-lès-Nancy
(2) UMR 7193 iSTeP Université Pierre et Marie Curie, Case 129, T46-00, 4 place Jussieu, 75252 Paris cedex 05
(@) roland.salardon@univ-lorraine.fr

La plupart des réservoirs du bassin aquitain correspondent à des carbonates fracturés ayant subi d'importantes modifications diagénétiques. Ce bassin a enregistré une histoire de fracturation complexe lors du rifting mésozoïque ainsi que lors de la compression pyrénéenne. L'objectif de notre travail dans le cadre de l'ANR Pyramid est de comprendre les relations entre les différents épisodes de fracturation et les événements de migration de fluides afin de proposer un modèle diagénétique en lien direct avec l'histoire d'enfouissement puis d'exhumation du bassin. L'objectif de cette étude est de proposer une paragenèse pour les sédiments mésozoïques du bassin aquitain et de sa bordure ouest, la zone nord pyrénéenne, et de comprendre le timing de mise en place des différents ciments en portant une attention particulière à leur lien éventuel avec la fracturation.

Cette étude, porte principalement sur les dolomies du Lias et du Callovien jusqu'au Tithonien ainsi que sur les calcaires du Valanginien jusqu'au Cénomanien. Les directions de fractures, les faciès sédimentaires, les paragenèses et les fluides associés ont été étudiés sur 14 affleurements situés dans les chaînons béarnais. Les chronologies relatives entre les différentes familles de fractures ont été établies à l'affleurement et/ou en cathodoluminescence sur lames minces. Les séquences diagénétiques sont déterminées à partir de l'analyse pétrographique des ciments, en lumière transmise, en coloration et en cathodoluminescence suivant les principes de recoupement et de superposition. Une étude préliminaire des inclusions fluides a permis de caractériser la nature des fluides parents et les conditions P-T de mise en place des différents ciments. À terme, l'objectif est d'étendre l'étude aux séries non plissées du bassin aquitain en utilisant les forages carottés.

Trois sets de fractures ont été définis. Le set I est composé de fractures à faible pendage et de direction variables mais qui débasculées sont orientées ENE-WSW à ESE-WNW sub-verticales. Elles sont associées à des évidences de fracturation hydraulique et sont synchrones de fractures orientées E-W et sub-verticales, c'est-à-dire sub-parallèles à la stratification. Ces fractures ainsi que les suivantes sont toutes des veines ou joints ouverts en mode I. Les fractures du set II sont orientées E-W avec un pendage moyen vers le sud tandis que celles du set III sont N-S sub-verticales. Les fractures du set I sont principalement remplies par des ciments dolomitiques tandis que les fractures du set III sont colmatées par des ciments calcitiques. Le set II est rempli aussi bien par des ciments dolomitiques que calcitiques. Notre interprétation préliminaire est que le set I est associé à la phase extensive crétacée de la zone nord-pyrénéenne. Le set III semble témoigner de la compression pyrénéenne.

La caractérisation chimique des ciments (MEB, isotopes stables O & C, LA-ICP-MS) permettra de déterminer l'origine des fluides parents. Enfin, une étude détaillée des inclusions fluides (microthermométrie, microspectrométries infrarouge et Raman) à l'échelle du bassin couplée à la modélisation de bassin devrait permettre de proposer un scénario de mise en place des ciments et d'affiner l'histoire thermobarométrique du bassin.

# DES NIVEAUX CARBONATES (CALCRETES ?) MARQUEURS D'ÉMERSION DANS LE REMPLISSAGE LAGUNOLACUSTRE SILICOCLASTIQUE DU GRABEN DE RENNES (LIMITE ÉOCENE/OLIGOCÈNE)

Marie SALPIN[1,2,@], Alain PERSON[2], Johann SCHNYDER[1], Hugues BAUER[3]

(1) Université Pierre et Marie Curie, laboratoire Evolution des bassins sédimentaires, ISTeP, UMR7193, 4 pl Jussieu 75252 Paris cedex 05
(2) UPMC, laboratoire Biominéralisations et environnements sédimentaires, UMR7193, 4 pl Jussieu 75252 Paris cedex 05
(3) Bureau de recherches géologiques et minières BRGM DGR/GBS, 3 avenue Claude Guillemin 45060 Orléans Cedex
(@) marie.salpin@etu.upmc.fr

Le sondage CDB1, réalisé dans le graben de Rennes (Massif armoricain) en 2010 à permis d'obtenir une carotte de 675m incluant le socle briovérien (270m) surmonté de 405m de sédiments tertiaires. La sédimentation est dominée par des dépôts argileux lacustres, comprenant des faciès massifs et laminés. Au sommet de l'enregistrement, des faciès marins se mettent en place. Des études de biostratigraphie sur des pollens ont permis de localiser la limite Eocène-Oligocène vers 195m et des études de minéralogie et matière organique ont permis de caractériser les environnements de dépôt.

Deux niveaux de calcaires apparaissent à -159m et -85m. Afin de caractériser leur environnement de dépôts et comprendre leur signification environnementale, ces calcaires ont été observés au microscope optique, en cathodoluminescence et au MEB. De plus des analyses d'isotopes stables de l'oxygène et du carbone, d'éléments traces et de diffraction des rayons X ont été réalisés sur de prélèvements réguliers le long de ces faciès.

L'observation des échantillons en optique et au MEB dévoilent une structure fibroradiée pour les deux niveaux, recoupées par des fractures. Dans le plus ancien, ces structures fibroradiées représentent des rosettes avec terminaisons des fibres de calcite en rhomboèdres comparables aux observations réalisées dans des calcrètes. Dans le plus récent, les structures fibreuses s'initient à partir d'un nucléus peut être bioclastique. Ces sphérulites semblent également être caractéristiques de calcrète. Ce qui induit l'émersion et la pédogénèse d'un dépôt littoral préexistant.

Les observations en cathodoluminescence permettent de discuter de l'apparition de différentes générations de calcite au sein des ces faciès.

Les diffractogrammes réalisés sur les échantillons de carbonate indiquent que ceux-ci correspondent à de la calcite faiblement magnésienne dont la cristallinité est exceptionnellement faible pour le niveau supérieur. On envisage ici une préservation remarquable d'une biominéralisation carbonatée induite par une activité bactérienne.

# ÉTUDE HAUTE RÉSOLUTION DES FLUCTUATIONS CLIMATIQUES ENREGISTRÉES PAR LES DÉPOTS LACUSTRES ÉOCENE-OLIGOCENE (E/O) DU GRABEN DE RENNES PAR ANALYSE DU SIGNAL MINÉRALOGIQUE

Marie SALPIN[1,2,@], Johann SCHNYDER[1], Alain PERSON[2], Hugues BAUER[3]

(1) Université Pierre et Marie Curie, laboratoire Evolution des bassins sédimentaires, ISTeP, UMR7193, 4 pl Jussieu 75252 Paris cedex 05
(2) UPMC, laboratoire Biominéralisations et environnements sédimentaires, UMR7193, 4 pl Jussieu 75252 Paris cedex 05
(3) Bureau de recherches géologiques et minières BRGM DGR/GBS, 3 avenue Claude Guillemin 45060 Orléans Cedex
(@) marie.salpin@etu.upmc.fr

L'étude de la minéralogie totale et des argiles a été entreprise sur le forage CDB1, forage réalisé en 2010 sous la direction de la commune de Chartres-de-Bretagne et du BRGM dans le graben de Rennes. Celui-ci fait partie d'un ensemble d'une quarantaine de petits grabens d'orientation NNO-SSE qui parsème le Massif Armoricain et sont liés à la phase d'extension qui affecte l'Europe de l'ouest à l'Eocène. Ce forage a entièrement recoupé le remplissage tertiaire du graben sur 405m et le socle briovérien sur 270m.

Le signal minéralogique a été étudié le long de ce forage. Près de 450 échantillons ont été analysés aux rayons X suivant la méthode des poudres pour caractériser l'assemblage minéralogique total. Environ 200 échantillons ont ensuite été traités afin de réaliser des lames orientées des minéraux argileux.

Sur chaque diffractogramme bulk les proportions relatives les minéraux ont été estimées en calculant l'aire des pics principaux à l'aide du logiciel MACDIFF. De même sur les diffractogrammes des lames orientées après saturation au glycol pour les minéraux argileux. Ces analyses ont permis de construire des courbes d'abondance relative haute résolution de chaque minéral tout au long du forage.

Les principaux minéraux identifiés sur les DRX en minéralogie totale sont : le quartz, le microcline, le gypse et la pyrite. Les minéraux argileux identifiés sont la kaolinite, l'illite, la chlorite et des interstratifiés illite-smectite (I/S). Les assemblages argileux sont généralement dominés par la kaolinite

D'après les données minéralogiques, le sondage peut être ainsi subdivisé en deux grands intervalles de part et d'autre de la limite E/O. De 408m à 196m, les assemblages minéralogiques sont caractérisés par de fortes proportions de kaolinite, l'absence de minéraux smectitiques, des proportions faibles ou modérées de quartz. Au contraire, l'intervalle Oligocène est caractérisé par une baisse des proportions relatives de kaolinite, l'apparition de minéraux smectitiques dans les cortèges argileux, une augmentation des proportions de quartz et de plus faibles proportions de sulfates.

Ce changement semble refléter le passage d'un système climatique chaud et humide à l'Eocène à un système climatique plus froid à l'Oligocène.

L'enregistrement très fin du sondage CBD1 et la haute résolution de l'échantillonnage minéralogique permettent de détailler des fluctuations climatiques de part et d'autre de la limite E/O, un cadre temporel précis étant posé par des analyses cyclostratigraphiques effectuées par d'autres sur le même sondage.

# LA FABRIQUE MAGNÉTIQUE DES DÉPÔTS DU TSUNAMI DU 11 MARS 2011 DANS LA PLAINE CÔTIÈRE DE SENDAI (HONSHU, JAPON) : IMPLICATIONS SUR LES MÉCANISMES DE MISE EN PLACE

Jean-Luc SCHNEIDER[1,@], Catherine CHAGUÉ-GOFF[2,3], James GOFF[2],
Daisuke SUGAWARA[4], Kazuhisa GOTO[4], Witold SZCZUCIŃSKI[5], Jean-Luc BOUCHEZ[6]

(1) Université Bordeaux 1, CNRS-UMR 5805 EPOC, OASU, avenue des Facultés, F-33405 Talence cedex, France
(2) School of Biological, Earth and Environmental Sciences, University of New South Wales, Sydney, NSW 2052, Australie
(3) Australian Nuclear Science and Technology Organisation, Kirrawee, NSW 2232, Australie
(4) International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University, Sendai, Japon
(5) Institute of Geology, A. Mickiewicz University in Poznań, Poznań, Pologne
(6) Université Paul Sabatier – Toulouse III, OMP, Géosciences Environnement Toulouse, CNRS-UMR 5563, UR IRD 154, 14 avenue Edouard Belin, F-31400 Toulouse, France
(@) jl.schneider@epoc.u-bordeaux1.fr

La fabrique magnétique des sédiments détritiques (fabrique de forme représentée sous la forme d'un ellipsoïde triaxial), déterminée à partir de l'anisotropie de la susceptibilité magnétique, apporte des informations sur la dynamique de la sédimentation car elle est coaxiale à la fabrique intrinsèque du sédiment. Cette approche a été appliquée aux dépôts du tsunami associé au séisme majeur de Tōhoku-oki ($M_w = 9.0$) du 11 mars 2011 dans la plaine côtière de Sendai (Honshu, Japon). Dans cette zone, les vagues ont atteint plus de 10 m de haut dans la zone de déferlement. L'inondation majeure a pénétré les terres sur une distance maximale de près de 5 km, avec un comportement supercritique jusqu'à 2 km de la côte. Le dépôt du tsunami correspond à une nappe sableuse peu épaisse (27 cm au maximum) à base érosive dans le domaine proximal. D'épaisseur décroissante avec la distance à la mer, elle cède la place plus distalement à un drapage argileux.

L'étude a été réalisée au niveau de 6 coupes levées le long d'un transect normal à la côte de 1800 m de long et du remplissage d'une dépression d'érosion. Les sables qui constituent les dépôts du tsunami ont été remaniés depuis la plage lors du déferlement des vagues. Ils sont très bien classés à proximité du rivage, mais leur granularité moyenne décroît vers l'intérieur des terres parallèlement à une augmentation de la teneur en particules fines (érosion du substratum). Une fabrique magnétique primaire planaire, portée principalement par la magnétite (multi-domaines, $K_{moy} = 3{,}535.10^{-3}$ SI), a été reconnue dans l'ensemble des dépôts. Elle témoigne du cisaillement à la base de l'écoulement lors du dépôt (effets de traction). Cette fabrique (foliation et linéation magnétiques) se renforce avec la distance au rivage en réponse à l'augmentation de l'hétérogénéité du dépôt (proportion de fines). Parallèlement, le facteur de forme de Granar montre des fluctuations plus marquées dans les dépôts distaux. La fabrique magnétique enregistre les fluctuations hydrodynamiques au moment de la mise en place de l'intervalle de dépôt. Elles sont confirmées par les données granulométriques (diagrammes *CM*). L'orientation des axes maximums moyens pour chaque site (à l'exception du remplissage de la dépression érosive) est globalement perpendiculaire à la direction d'écoulement de l'inondation côtière. Cette orientation de la linéation magnétique atteste du roulement préférentiel des particules magnétiques sous l'effet d'un courant relativement important au sein d'une dispersion concentrée de particules au moment du dépôt.

Ainsi, les conditions hydrodynamiques contrôlent les caractéristiques de la fabrique magnétique. Cette approche demande à être généralisée à d'autres dépôts de tsunami récents pour lesquels les conditions hydrodynamiques au moment de la sédimentation sont connues. Dès lors, il sera possible de l'appliquer aux dépôts de paléo-tsunamis.

# ÉTUDE DES COQUILLES D'ŒUFS D'OISEAUX : APPLICATION D'UNE APPROCHE EXPÉRIMENTALE ISOTOPIQUE AUX MILIEUX NATUREL ET NÉOGÈNE D'AFRIQUE ET D'EUROPE

Loïc SEGALEN[(1,@)], Julia A. LEE-THORP[(2)], Yves NYS[(3)], Mathieu SEBILO[(4)], Brigitte SENUT[(5)], Martin PICKFORD [(5)]

(1) UPMC Univ Paris 06, UMR CNRS 7193, Institut des Sciences de la Terre de Paris, 4 place Jussieu, 75252 Paris 05, France
(2) Research Laboratory for Archaeology and the History of Art, University of Oxford, Oxford OX1 3QY, UK
(3) INRA, UR83 Unité de Recherches Avicoles, 37380 Nouzilly, France,
(4)UPMC Univ Paris 06, UMR CNRS 7618, BIOEMCO, 4 place Jussieu, 75252 Paris 05, France.
(5) CR2P UMR 7207, MNHN, UPMC, CNRS, 57 rue Cuvier, CP 38, F-75005, Paris, France
(@) loic.segalen@upmc.fr

Les coquilles d'oiseaux peuvent être utilisées comme sonde naturelle de l'environnement. En particulier, celles d'autruche constituent un matériel de choix car ces oiseaux présentent l'intérêt d'avoir une large répartition géographique en Afrique et vivent dans des milieux variés allant des déserts aux savanes. Les restes de coquilles de ratites sont présents dans de nombreux sites miocènes afro-arabes et eurasiatiques. Les missions paléontologiques effectuées en Namibie depuis les années 1990 ont conduit à la découverte de près de 130 sites fossilifères qui ont livré des restes mammaliens et d'abondants restes de coquilles d'oiseaux struthioniformes. Ces derniers sont attribuables à 11 taxons qui servent aujourd'hui de références biostratigraphique et biochronologique: *Tsondabornis minor*, *T. psammoides*, *Namornis elimensis*, *Namornis oshanai*, *Diamantornis corbetti*, *D. spaggiarii*, *D. wardi*, *D. laini*, *Struthio karingarabensis*, *S. daberasensis* et *S. camelus*. Plusieurs de ces espèces fossiles se retrouve également dans des gisements d'Afrique orientale et d'Europe. Leur étude isotopique ($\delta^{13}C$ et $\delta^{18}O$) est d'un intérêt majeur pour la reconstitution des paléoenvironnements et les paléoclimats.

Pour tester la validité de l'enregistrement isotopique, un suivi en milieu expérimental des pontes de Gallinacées a été entrepris. Les signatures isotopiques des coquilles ont pu être redéfinies en fonction des variations de régime alimentaire, des modifications de la composition isotopique de l'eau de boisson. Les modèles obtenus ont, par la suite, été utilisés pour interpréter les signatures isotopiques acquises sur les œufs d'autruche en milieu naturel selon un transect défini sur la marge ouest d'Afrique australe. Ces dernières peuvent être appliquées aux séries sédimentaires néogènes sous forme d'un index d'aridité.

# L'HÉRITAGE FLUVIO-KARSTIQUE DE LA VALLÉE DE LA DORDOGNE ET SON INFLUENCE SUR LA RÉPARTITION DES SOLS ET DES OCCUPATIONS PRÉHISTORIQUES DANS LE BERGERACOIS EN DORDOGNE.

Farid SELLAMI[1,@], Frédéric PRODEO[1], Laurence BOURGUIGNON[1]

(1) INRAP, GSO, Pôle mixte de recherche du château de Campagne, 24260 Campagne, France
(@) Farid.sellami@inrap.fr

De nombreuses opérations de diagnostic et de fouille archéologique ont été réalisées dans le Bergeracois durant cette dernière décennie notamment dans le cadre de la déviation de Bergerac. Les données recueillies ont permis de documenter la problématique sur l'évolution du milieu physique et la répartition des occupations préhistoriques. L'observation de coupes profondes réalisées sur les différentes unités géomorphologiques a montré une conservation lacunaire des sols, ce qui a entrainé une conservation différentielle des sites archéologiques et parfois au sein d'un même niveau d'occupation. Cette différence est liée à deux phénomènes principaux : l'évolution post-dépositionnelle des sols et la karstification du sous-sol. L'évolution post-dépositionnelle, caractérisée notamment par des troncatures localisées, a entrainé une érosion différentielle des sols et de leur contenu archéologique.

La karstification, quant elle, dessine des ondulations du milieu de dépôt entrainant une répartition inégale des flux sédimentaires.

Sur les hautes terrasses alluviales présentes sur le plateau, les dépressions formées par les dolines, atteignant parfois plus de 200 m de diamètre, illustrent clairement l'impact du Karst qui a largement conditionné la dynamique sédimentaire durant le Pléistocène. Localement, cette influence a perduré jusqu'à l'Holocène. Malgré une activité érosive intense sur le plateau, ces dolines, par leur morphologie dépressionnaire, ont permis une conservation stratifiée des sols pléistocènes et holocènes et une préservation de l'organisation initiale des assemblages archéologiques.

En revanche, sur les basses terrasses alluviales, la juxtaposition des sols et la discontinuité des occupations humaines sont principalement liées à la formation et au fonctionnement diachronique des paléo-chenaux. Selon leur position au sein de la vallée, leur comblement varie sensiblement : vers le lit actuel de la rivière, le dépôt est composé d'alluvions sablo-limoneuses déposées lors des phases d'inondation alors que vers le plateau, ce sont les colluvions qui composent la majorité des remplissages. L'organisation sédimentaire et la nature pédologique de ces colluvions ont permis de déterminer les rythmes chronologiques des flux sédimentaires provenant du versant et du plateau. Ils font ainsi le lien direct avec le fonctionnement dynamique de la vallée où leur dépôt est souvent localisé dans les cônes de déjection des vallons qui canalisent leur déplacement depuis le plateau. Ces vallons, creusés perpendiculairement à la vallée par érosion régressive au détriment des alignements des dolines, sont ici un lien direct entre la dynamique du plateau et celle de la vallée où les dépôts colluviaux s'intercalent dans les dépôts alluviaux pour colmater les paléo-chenaux. Ceci entraine leur l'obturation et le développement de milieux humides stagnants permettant la formation de faciès tourbeux riches en indices paléo-environnementaux.

L'étude multiscalaire, intégrant le site et les différentes unités géomorphologiques au sein de la vallée et ses rives a permis d'apprécier l'interaction des dynamiques fluviatiles, karstiques et colluviales et leur influence dans le fonctionnement dynamique et le façonnage du milieu physique depuis le Pléistocène moyen jusqu'à l'Holocène au sein de cette moyenne vallée de la Dordogne.

# LA MATIÈRE ORGANIQUE COMME MARQUEURS DE L'USAGE DES SOLS DANS LES MILIEUX PLÉISTOCÈNES ANTHROPISÉS.

Farid SELLAMI[1,@], Mathieu LEJAY[2], Marie ALEXIS[3],
Katell QUÉNÉA[3], Cécilia CAMMAS[4]

(1)INRAP, UMR 5608 - Traces, Pôle mixte de recherche du Château de Campagne, 24260.
(2)Doctorant UMR 5608 – TRACES, Université de Toulouse le Mirail.
(3) Université Pierre et Marie Curie, UMR Biogéochimie et Ecologie des Milieux Continentaux - 4 place Jussieu, 75252 PARIS Cedex 5.
(4) INRAP, centre Île-de-France
(@) farid.sellami@inrap.fr

Deux sources principales de matière organique (animale et végétale) sont souvent identifiées sur les surfaces d'occupations préhistoriques. La matière organique issue des végétaux est la plus connue et étudiée sous différentes formes comme les charbons et les carpo-restes par exemple. La matière organique d'origine animale, quant à elle, est nettement moins documentée d'abord pour sa rareté dans le sol, ensuite pour la difficulté de son identification. Pourtant, elle est souvent présente dans les milieux anthropisés préhistoriques où elle est associée aux activités domestiques et/ou techniques.

Les études géoarchéologiques devenant systématiques en archéologie préventive, ont montré que les activités humaines peuvent amener une meilleure conservation des restes organiques à la suite de leur transformation directe ou indirecte. Parmi ces transformations figure le traitement pour conservation des aliments. La combustion partielle, qu'elle soit accidentelle ou intentionnelle, de ces matières organiques est l'un des principaux processus à l'origine de la conservation des matières organiques dans le sol.

La carbonisation des restes végétaux peut effectivement favoriser la préservation du carbone organique dans les sédiments, et pourraient faciliter leur utilisation comme marqueurs aussi bien paléo-environnementaux qu'anthropiques. Cependant, l'altération thermique peut également entraîner la disparition des caractéristiques chimiques permettant initialement l'identification des sources.

Parallèlement, le fonctionnement des foyers peut amener à la percolation de jus organiques et à l'imprégnation de la partie superficielle du sol. Cela entraine la formation d'imprégnations spécifiques dans les sédiments particulièrement dans les paléosols pauvres en matière organique. En cas de préservation, cette MO percolée pourrait offrir un signal spécifique des matériaux organiques utilisés dans les foyers.

L'identification micromorphologique de ces matériaux organiques rend compte des modalités de leur transformation et surtout de leur relation avec les autres structures archéologiques.

Dans la majorité des cas, ces matières sont concentrées dans les zones foyères où les sédiments sont affectés par l'altération thermique. L'analyse chimique de ces imprégnations, combinée avec l'étude des ossements, renseigne sur la réalité de la conservation et sur l'origine des matières organiques et ce qu'elles peuvent signifier en termes d'activités humaines, de paléo-paysage et de conditions climatique à l'échelle locale et régionale.

# UNE NOUVELLE APPROCHE EXPÉRIMENTALES PERMETTANT DE COMBINER LE TRANSPORT ET LE DÉPÔT DE LOBES TURBIDITIQUES ET LA DÉFORMATION SALIFÈRE ASSOCIÉE

Nicolas SELLIER [1,2,@], Bruno C. VENDEVILLE [1]

(1) Laboratoire Géosystèmes – CNRS 8217, Université de Lille 1, Villeneuve d'Ascq, France.
(2) Fault Dynamics Research Group - Department of Earth Sciences, Royal Holloway University of London, Egham, UK.
(@) Nicolas.Sellier@rhul.ac.uk

Jusqu'à présent, il a existé depuis longtemps deux approches de modélisation analogique de l'effet du dépôt de sédiments clastiques sur les marges continentales. La première approche, purement stratigraphique, consiste à modéliser le transport et le dépôt des sédiments turbiditiques en se focalisant sur le résultat en termes d'architecture stratigraphique des dépôts. Ces expériences ont permis de faire varier certains paramètres tels que la tranche d'eau (donc eustatisme), les volumes et la fréquence des apports sédimentaires, et même la subsidence de la marge. Néanmoins, cette approche a jusqu'à présent négligé la déformation de ces sédiments lorsque ils sont déposés sur une couche mobile, tel que le sel. La seconde approche est purement structurale (sandbox models). Bien que l'importance de la charge sédimentaire en terme de déclencheur et moteur de la déformation ait été prise en compte, particulièrement en tectonique salifère, le dépôt de la couverture sédimentaire était effectué d'une façon fruste et surtout, elle ne prenait pas en compte l'impact de la déformation sur le transport, et donc le dépôt des sédiments.

Nous avons développé un nouveau dispositif expérimental de modélisation analogique tectono-stratigraphique comprenant un chenal connecté à un bassin principal. La base du bassin peut contenir différents types de substrats, soit rigides (sable de silice) ou visqueux (polymère de silicone, simulant une couche d'évaporites) immergé dans une large tranche d'eau. Chaque épisode turbiditique est modélisé en relâchant soudainement un mélange d'eau et de matériaux granulaires fins (poudre de silice ou de PVC) dans le chenal. Ce mélange migre rapidement vers le bassin principal et s'y dépose progressivement en fonction de la taille, densité, et vitesse des particules, en formant ainsi un lobe semi-circulaire analogue à un lobe de sable en base de pente continentale.

Nous avons testé comment la construction progressive d'un lobe suite à une succession d'évènements turbiditiques pouvait déclencher une déformation gravitaire si le substrat était visqueux. La construction du lobe induit une surcharge différentielle (pression lithostatique élevée en domaine proximal, et faible en domaine distal) à cause de la forme en biseau progressif du lobe. Cette surcharge différentielle a déclenché un étalement gravitaire de tout l'édifice sédimentaire reposant sur la couche visqueuse, entrainant une translation générale de la couverture avec extension proximale et raccourcissement distal, même avec de très faibles pentes de surface. Initialement, comme le lobe était tri-dimensionnel, le champs de failles normales et de rides diapiriques sous-jacentes était lui aussi complexe, comprenant des failles/rides concentriques et radiales entourant des dépôts-centres (minibassins) polygonaux ou circulaires, un style structural relativement courant lors des phases précoces des bassins salifères. Lors de stades plus avancés, la couche ductile s'amincissant, les dépôts-centres se sont dépliés et sont devenus des structures en carapace de tortue affectées par des failles d'extrados multidirectionnelles.

Nous avons aussi appliqué certaines expériences analogiques au cas particulier de la déformation salifère affectant les langues de sel.

# ÉVOLUTION DE LA MATIÈRE ORGANIQUE DANS LES SOLS : APPORT DE LA GÉOCHIMIE MOLÉCULAIRE À L'INTERPRÉTATION DE DONNÉES ISOTOPIQUES GLOBALES

Priscillia SEMAOUNE(1), Joëlle TEMPLIER(1,@), Mathieu SEBILO(1), Sylvie DERENNE(1)

(1) BioEMCo, UMR CNRS 7618, UPMC, 4 place Jussieu, 75252 Paris cedex 05, France
(@) joelle.templier@upmc.fr

La matière organique du sol (MOS) est constituée de structures macromoléculaires complexes à l'origine de la matière organique dissoute (MOD) et de la production d'azote minéral ($NH_4^+$, $NO_3^-$) via les processus de décomposition, d'humification et de minéralisation. La géochimie isotopique est communément utilisée pour suivre l'évolution de la MOS, la composition isotopique des espèces carbonées et azotées contribuant à identifier leur origine et les processus affectant leur concentration. Ainsi, de nombreuses études relient l'évolution du $^{13}C$ en profondeur avec la décomposition microbienne de la MOS. Même s'il est généralement admis qu'un fractionnement isotopique, associé à la respiration microbienne, induit un enrichissement du carbone résiduel, les données publiées à ce sujet sont encore contradictoires. Au cours de cette étude nous avons suivi en parallèle l'évolution de la composition de la MO (MOS et MOD) associée à son humification sous différentes conditions hydromorphiques et les variations des isotopes stables du carbone et de l'azote. Les processus de turn-over de la MO étant régis par des microorganismes, ils sont dépendants des conditions d'hydratation et d'oxygénation du milieu qui sont déterminants dans le degré d'anoxie et la migration de la MOD. Les échantillons ont été collectés sur un site de prairie pâturée (ORE AgrHys, Quimper) le long d'un transect présentant un gradient hydromorphique dont les profils de bas de pente sont chroniquement saturés en eau. Les échantillons de sol ont été prélevés pour 5 profils d'amont en aval le long de la pente et à différentes profondeurs. Pour chaque profil, les mesures de concentrations (C et N) et de compositions isotopiques ($\delta^{13}C$ et $\delta^{15}N$) du sol, de la MOS et de la MOD ont été réalisées. La composition globale de la MO a été suivie par RMN du $^{13}C$ à l'état solide et au niveau moléculaire par analyse pyrolytique. Pour la MOS, les données obtenues en isotopie ont mis en évidence des valeurs de fractionnement isotopique ($\varepsilon$) plus grandes, c'est-à-dire des variations de $\delta^{13}C$ moins importantes, avec la profondeur pour les profils de bas de pente. Ces résultats suggéraient une dégradation moins importante de la MOS en fonction de la profondeur pour les profils en bas de pente, donc chroniquement saturés en eau, alors que leur teneur en carbone indiquait une diminution de la quantité de MO. Cette apparente contradiction peut être expliquée par l'analyse moléculaire de la MOS qui révèle une dégradation préférentielle de certains constituants enrichis en $^{13}C$, tels que les polysaccharides, avec accumulation relative de lipides appauvris en $^{13}C$. Les conditions hydromorphiques en bas de pente impactent de façon analogue l'évolution du $\delta^{15}N$ avec la profondeur du sol. Le profil de bas de pente montre une diminution du $\delta^{15}N$ dès les profondeurs intermédiaires. Dans ce cas, le processus de dénitrification observé pour les autres profils et qui tend à enrichir la MOS en $^{15}N$, serait masqué par une incorporation importante de lixiviats, notamment les $NO_3^-$, appauvris en $^{15}N$ avec la profondeur.

# PRATIQUES AGRICOLES ET DIFFUSION DU MILLET CULTIVÉ DANS L'ARC ALPIN : UNE APPROCHE MOLÉCULAIRE (LAC LEDRO, ITALIE ET LACS LE BOURGET ET PALADRU, FRANCE)

Anaëlle SIMONNEAU[(1,2,@)], Jérémy JACOB[(2)], Emmanuel CHAPRON[(2)], Christian DI GIOVANNI[(2)], Nicolas BOSSARD[(2)], Claude LE MILBEAU[(2)], Fabien ARNAUD[(3)], Michel MAGNY[(4)]

(1) GEODE, UMR 5602 CNRS ; Université de Toulouse 2, Allée A. Machado, 31058 Toulouse Cedex, France.
(2) ISTO, UMR 7327 CNRS ; Université d'Orléans ; BRGM, 1A rue de la Férollerie 45071 Orléans Cedex 2 France.
(3) Laboratoire EDYTEM ; Université de Savoie ; CNRS Pôle Montagne, 73376 Le Bourget du Lac France.
(4) Laboratoire de Chrono-Environnement, UMR 6249 CNRS ; UFR des Sciences et Techniques, 16 route de Gray 25030 Besançon France.
(@) (anaelle.simonneau@univ-tlse2.fr)

La compréhension des interactions sociétés-milieux sur la longue durée nécessite d'identifier et de dater les activités des peuplements passées ainsi que leurs conséquences sur les écosystèmes. Dans ce contexte, il apparaît pertinent d'étudier la diffusion spatiale et l'évolution temporelle des pratiques agricoles. **3 remplissages lacustres de piedmont alpin, situés respectivement en Italie (Lac Ledro) et en France (Lacs Le Bourget et Paladru) ont donc été sélectionnés dans le cadre des ANR LAMA, Pygmalion et PalHydroMil, pour leur proximité avec des sites archéologiques datés et très documentés. L'approche intégrée développée sur chacun des systèmes lacustres[1,2,3,4,5] permet de** retracer en continu l'évolution des écosystèmes tout en intégrant les phénomènes qui prévalent dans le bassin versant en relation avec les activités humaines et leurs conséquences.

**La géochimie organique réalisée sur les sédiments des lacs Ledro[5] et Paladru[4] montre que, pendant l'Holocène supérieur, chaque phase d'ouverture du milieu est contemporaine de la mise en culture des versants. En plus des données polliniques disponibles sur certaines séquences, les analyses moléculaires, et notamment la mise en évidence de la miliacine, biomarqueur moléculaire du millet commun** *Panicum Miliaceum*, **nous renseignent sur les pratiques agraires passées. Les chronologies établies sur chacune des séquences[2,3,4] suggèrent des périodes d'occupation humaine plus longues que celles documentées par l'archéologie, soulignant la complémentarité entre l'archive lacustre et la prospection archéologique classique (continu** *versus* **ponctuel). Ces chronologies nous permettent également de documenter la diffusion régionale du millet dans le temps et l'espace. L'agriculture du millet est présente depuis le Néolithique autour du Lac Ledro (ca. 4700 cal BP) tandis qu'elle n'apparaît que 1300 ans plus tard, pendant l'Age du Bronze, en piedmont alpin français du Bourget (ca. 3400 cal BP)[1,2] puis de Paladru (ca. 3320 cal BP)[4]. Ensuite, les phases de culture du millet deviennent plus locales versant français et ne sont plus contemporaines d'un site à l'autre, même si ceux-ci sont proches géographiquement. Ce diachronisme pourrait témoigner de gestions différentes des territoires autour de ces sites, indépendantes des périodes de péjorations climatiques, ce qui suggérerait l'absence d'action climatique sur les activités agricoles de ces sociétés après ca. 2800 cal BP.**

Jacob et al. (2009) *The Holocene* **19** : 241-249.
[2] Arnaud et al. (2012). *Quaternary Science Reviews* **51** : 81-92.
[3] Vannière et al. (2013). *Climate of the Past* **9**: 1193-1209.
[4]Simonneau et al. (2013). *Journal of Archeological Science* **40**: 1636-1645.
[5] Simonneau et al. (2013). *Climate of the Past* **9**: 825-840.

# CONSÉQUENCES DU CLIMAT HOLOCÈNE ET DES ACTIVITÉS HYDROÉLECTRIQUES MODERNES SUR LES ÉCOSYSTÈMES LACUSTRES : COMPARAISON INTER-SITES (OBSERVATOIRE HAUT VICDESSOS, FRANCE)

Anaëlle SIMONNEAU[1,@], Emmanuel CHAPRON[2], Didier GALOP[1], Kazuyo TACHIKAWA[3], Gaël LE ROUX[4,5], Adrien CLAUSTRES [4,5], Florence MAZIER[1], Anthony FOUCHER[6], Christian DI GIOVANNI[2], Mikaël MOTELLICA-HEINO [2], Thomas HOUET[1], Thierry COURP[7], Marc DESMET[6], Edouard BARD[3]

(1) GEODE, UMR 5602 CNRS ; Université de Toulouse 2, Allée A. Machado, 31058 Toulouse Cedex.
(2) ISTO, UMR 7327 CNRS ; Université d'Orléans ; BRGM, 1A rue de la Férollerie 45071 Orléans Cedex.
(3) Université Aix-Marseille ; CNRS ; IRD ; Collège de France, CEREGE UM34 13545 Aix en Provence.
(4) CNRS ECOLAB, 31326 Castanet Tolosan.
(5) Université de Toulouse ; INP ; UPS ; EcoLab ; ENSAT, Avenue de l'Agrobiopole 31326 Castanet Tolosan.
(6) E.A. 6293 GéHCO ; Université F. Rabelais de Tours ; Département Géosciences-environnement ; Faculté des Sciences et Techniques, Parc de Grandmont 37200 Tours.
(7) Laboratoire CEFREM, UMR5110 ; Université de Perpignan via Domitia 52 Avenue Paul Alduy 66860 Perpignan Cedex.
(@) (anaelle.simonneau@univ-tlse2.fr)

Dans le cadre de l'Observatoire Homme Milieu Haut Vicdessos (versant Nord-Est des Pyrénées), des remplissages lacustres de la vallée de Bassiès (Lacs Majeur et Sigriou, 42°N-1°E) sont étudiés dans le but de distinguer les empreintes anthropiques et climatiques au cours de l'Holocène. Calibrée par l'échantillonnage des sols et des roches présents sur les versants, la caractérisation des constituants organiques et minéraux des sédiments lacustres prélevés dans le Lac Majeur (3 carottes sur un transect Nord-Sud) et le Lac Sigriou (carottage central) permettent de documenter l'enregistrement des périodes climatiques humides et sèches de l'Holocène supérieur. La sédimentation holocène de ces lacs apparaît très riche en matière organique. La pétrographie organique quantitative réalisée sur ces faciès démontre qu'ils sont de type dy (60% de matériel allochtone), et qu'ils résultent de l'érosion des tourbes et des sols présents en amont. En plus des descriptions visuelles et de l'imagerie X, la microfluorescence X (XRF) et les analyses élémentaires (LA ICP-MS) démontrent que ces faciès organiques sont interrompus par des passées riches en rubidium (de 96 à 148 ppm), souvent sableuses, interprétées comme liées à des phases d'activation de canyons dont le matériel est issu du dôme granitique, lui-même riche en rubidium (190 ppm). Ces canyons, présents sur chacun des systèmes lacustres, drainent les zones d'altitude soumises préférentiellement au forçage climatique. Leur activation, liée à d'intenses orages et/ou d'importantes fontes nivales, témoigne alors de périodes plus humides datées de AD1710, AD1360, AD1080, AD940, AD570, et 1690, 1830, 2640, 4210 et 4760 cal BP. Au cours du dernier millénaire, ces phases humides apparaissent synchrones entre les deux lacs, confirmant leur caractère climatique, et semblent corrélées, au moins pour cette période, aux minima solaires. Après AD1907, le niveau d'eau du Lac Majeur est régulé par la centrale hydroélectrique de Bassiès et a pour conséquence un marnage de 10 mètres affectant 37% du lac. Ceci entraîne une forte remobilisation du matériel glaciaire issu des berges, se traduisant (1) par un changement du niveau trophique du lac vers un faciès de type gyttja (75% de matériel algaire), et (2) par un doublement du taux de sédimentation durant le dernier siècle. Les faibles teneurs en rubidium enregistrées sur le faciès gyttja, jusqu'ici interprétées comme marquant des phases plus sèches, témoignent d'un marnage moins fréquent, caractéristique de périodes plus humides. Cette interprétation est validée par la présence de passées sableuses dans le Lac Sigriou lors de ces épisodes.

# CHRONOSTRATIGRAPHIE DES DÉPÔTS ÉOLIENS SABLEUX DU DÉSERT LANDAIS (SO DE LA FRANCE)

Luca SITZIA[(1)], Pascal BERTRAN[(1,2)], Philippe CHERY[(3)], Marion HERNANDEZ[(4)], Arnaud LENOBLE[(1)], Chantal LEROYER[(5)], Norbert MERCIER[(4)]

(1) PACEA, université Bordeaux – CNRS, bâtiment B18, avenue des facultés, F-33405 Talence cedex
(2) Inrap, 156 avenue Jean Jaurès, F-33600 Pessac
(3) ENITA, 1 cours du Général de Gaulle, 33175 Gradignan cedex
(4) CRPAA, université Bordeaux 3, Maison de l'Archéologie, F-33607 Pessac cedex
(5) UMR 6566 CReAAH, Laboratoire ArchéoSciences, Campus de Beaulieu, bât. 24-25, CS 74205, 35042 Rennes cedex
(@) lcsitzia@gmail.com

De nombreux travaux ont été consacrés à la vaste ceinture désertique qui traversait l'Europe septentrionale d'ouest en est au cours du dernier cycle glaciaire. *A contrario*, les données disponibles pour le désert sableux des Landes (SO de la France) restent fragmentaires, rendant fragile toute comparaison avec les autres enregistrements sédimentaires disponibles en Europe. Nous proposons ici un bilan chronostratigraphique des accumulations sableuses pléistocènes et holocènes dans le désert des Landes à partir de l'étude détaillée (faciès sédimentaires, paléopédologie) de plusieurs coupes inédites et de 77 dates numériques (OSL, 14C). La mise en place du système éolien landais débute au cours des phases glaciaires du Pléistocène moyen (MIS 8 où 10) et se manifeste par le développement de champs de dunes végétalisées (nebkas) de faible ampleur (<2 m) progressant au sein de vastes zones interdunaires humides. Au cours d'une grande partie du dernier glaciaire, l'activité éolienne a été récurrente. La phase la plus ancienne (58 – 52 ka) correspond à des épandages sableux « humides » qui s'expriment en surface par des champs de rides barkhanoïdes et transverses de faible ampleur dont la morphologie et la genèse s'apparente à celle des dunes des phases antérieures. Au sein de cette phase, un gley organique cryoturbé se développe et témoigne d'un épisode de diminution de la sédimentation sableuse associé au développement d'une lande à graminées et armoises. La déflation éolienne semble également inhibée entre 40 et 25 ka suite à l'installation d'un pergélisol dans la région. Entre 25 et 14 ka, de vastes épandages sableux se forment dans un contexte de plus en plus sec. Cette phase correspond vraisemblablement à l'extension maximum du désert des Landes. Après l'installation d'une forêt boréale à la fin de l'Allerød, marquée par le développement d'un podzosol juvénile, des champs de dunes paraboliques s'édifient au cours de la détérioration climatique du Dryas récent. La mise en place de ces dunes a probablement débuté localement dès l'oscillation froide intra-Allerød.

# PERSISTENT NON-SOLAR FORCING OF HOLOCENE STORM DYNAMICS IN COASTAL SEDIMENTARY ARCHIVES

Philippe SORREL[1,@], Maxime DEBRET[2], Isabelle BILLEAUD[3], Samuel L. JACCARD[4], Jerry F. MCMANUS[5], Bernadette TESSIER[2]

(1) Laboratoire de Géologie de Lyon (LGL-TPE) (UMR CNRS 5276), Université Claude Bernard-Lyon1, Campus de la Doua, 2 rue Raphaël Dubois, 69622 Villeurbanne Cedex, France.
(2) Laboratoire Morphodynamique Continentale et Côtière (UMR CNRS 6143), Université de Caen Basse-Normandie et Université de Rouen, 2-4 rue des Tilleuls, F-14000 Caen, France.
(3) Total Exploration & Production, CSTJF, avenue Larribau, 64018 Pau Cedex, France.
(4) ETH Zürich, Climate Geology, Sonneggstrasse 5 8092 Zürich, Switzerland.
(5) Lamont-Doherty Earth Observatory, Department of Earth and Environmental Science, Columbia University, Comer Bldg. 61 Route 9W Palisades, NY 10964-8000, USA.
(@) philippe.sorrel@univ-lyon1.fr

Considerable climatic variability on decadal to millennial timescales has been documented for the past 11,500 years of interglacial climate. This variability has been particularly pronounced at a frequency of about 1,500 years, with repeated cold intervals in the North Atlantic. However, there is growing evidence that these oscillations originate from a cluster of different spectral signatures, ranging from a 2,500-year cycle throughout the period to a 1,000-year cycle during the earliest millennia. Here we present a reappraisal of high-energy estuarine and coastal sedimentary records from the southern coast of the English Channel, and report evidence for five distinct periods during the Holocene when storminess was enhanced during the past 6,500 years.

We find that high storm activity occurred periodically with a frequency of about 1,500 years, closely related to cold and windy periods diagnosed earlier. We show that millennial-scale storm extremes in northern Europe are phase-locked with the period of internal ocean variability in the North Atlantic of about 1,500 years. However, no consistent correlation emerges between spectral maxima in records of storminess and solar irradiation. We conclude that solar activity changes are unlikely to be a primary forcing mechanism of millennial-scale variability in storminess.

# A PALEOLIMNOLOGICAL RECORD FROM LAKE SONKUL (KYRGYZSTAN) REVEALS HYDROLOGICAL CHANGES IN WESTERN CENTRAL ASIA BETWEEN 2000 AND 8400 CAL. BP

Philippe SORREL[1,@], Xiangtong HUANG[2,3], Hedi OBERHÄNSLI[3,4]

(1) Laboratoire de Géologie de Lyon (UMR 5276), Université Claude Bernard–Lyon 1, Villeurbanne, France
(2) State Key Laboratory of Marine Geology, Tongji University, Shanghai, 200092, People's Republic of China
(3) Helmholtz-Centre Potsdam, German Geoscience Research Centre (GFZ), Section 5.2, Telegraphenberg, D-14473 Potsdam, Germany
(4) Museum für Naturkunde, Leibnitz-Institute Berlin (Mineralogy), Invalidenstrasse 43, 10115 Berlin, Germany
(@) philippe.sorrel@univ-lyon1.fr

Western Central Asia, as a remote intracontinental setting located far from oceanic influences, is a key place for high-resolution palaeoclimatic studies since different climate systems interact at different timescales and control the regional climate variability. We discuss limnological changes observed in a 215-cm long composite core of the Kyrgyz Lake Sonkul. Lithological and geochemical proxies, like total organic carbon (TOC), X-ray fluorescence (XRF), carbonate and siliciclastic contents, oxygen and carbon isotopes of bulk carbonates (mostly aragonite) were determined at a high resolution. Mineralogical compositions and lamination of the sediments were examined with X-ray diffraction (XRD), in thin sections, and scanning electron microscope (SEM). The reliable age-depth model is based on AMS $^{14}C$ dates and palaeomagnetic data within a sequence model. Variability in the local hydrological balance is inferred from geochemical proxies and sedimentary features. From 8.3 – ca. 2 ka stable phases with a slight excess of evaporation (E) over precipitation (P) alternate with instable phases with short and rapid increased precipitation. Instable intervals last a few centuries each. We propose that the seasonal pattern of the precipitation must have changed in western Central Asia during the Holocene. When the water balance was negative (E>P) moisture was like today mostly delivered during the warm seasons, while when water balance was positive (E<P) the meteoric water excess is mostly due to increased winter precipitation. The latter phases appear to coincide with the North Atlantic IRD events indicating that the North Atlantic controls to a great extent the amount and seasonality of moisture availability in western Central Asia.

# ORIGINE, DISTRIBUTION ET REPARTITION DE LA MATIERE ORGANIQUE DANS LES LOBES SOUS-MARINS DU SYSTEME TURBIDITIQUE DU CONGO : PREMIERS RESULTATS DES MISSIONS WACS ET CONGOLOBE

Elsa STETTEN[1,2,@], François BAUDIN[1], Audrey PRUSKI[2], Jean-Louis REYSS[3], Bernard DENNIELOU[4], Christophe RABOUILLE[3] Philippe MARTINEZ[5] et Karine CHARLIER[5]

(1) UPMC, UMR ISTeP, Case 117. 4, places Jussieu-75252 Paris cedex 5.
(2) UPMC, UMR LECOB, Observatoire Océanologique de Banyuls-66650 Banyuls-sur-Mer.
(3) LSCE, Gif-sur-Yvette.
(4) Ifremer-Brest, LES-GM.
(5) Univ. Bordeaux 1, UMR EPOC.
(@) elsa.stetten@gmail.com

A son arrivée dans l'Océan Atlantique, le lit du fleuve Congo se poursuit par un canyon sous-marin qui draine une fraction de la matière particulaire et a édifié un gigantesque système turbiditique qui se termine à plus de 760 km de la côte par des lobes situés à ~5000 m de profondeur. Cette zone abyssale de 3000 $km^2$ est alimentée de manière quasi-continue par du matériel détritique fin (argiles et silts) qui contient une proportion notable de matière organique terrigène mais aussi, potentiellement, marine en provenance de l'upwelling du Benguela.

Les campagnes océanographiques WACS et CongoLobe ont permis d'échantillonner pour la première fois six stations qui couvrent l'ensemble du complexe des lobes. Trois de ces stations, situées le long du chenal actuel, sont directement exposées aux arrivées de turbidites et constituent un gradient spatial depuis l'entrée dans le complexe des lobes jusqu'à sa partie la plus distale (COL-A proximal, COL-F intermédiaire et COL-C zone d'épanchement). La station WACS-D est située à l'extrémité des Lobes et deux stations sont déconnectées du chenal actuel : l'une (COL-B) est en retrait sur un chenal plus ancien et l'autre (COL-E) est uniquement alimentée par la sédimentation hémipélagique. Pour caractériser quantitativement et qualitativement la matière organique contenue dans les sédiments des lobes, sept carottes d'interface (< 40 cm de pénétration) ont été sélectionnées en fonction de leur représentativité pour une station. Des analyses Rock-Eval, isotopiques ($\delta^{13}C$ et $\delta^{15}N$) et élémentaires (C/N) ont été effectuées sur les vingt premiers centimètres du sédiment.

Les teneurs en carbone organique sont élevées à toutes les stations soumises aux arrivées directes des turbidites (~3 à 5%). Les modalités de dépôt turbiditiques ainsi que les propriétés physiques et granulométriques des stations échantillonnées permettent d'expliquer les résultats obtenus. En effet, à l'entrée du complexe des lobes (COL-A) les profils sédimentaires en carbone organique montrent des variations au sein d'une même carotte. Cela pourrait être lié à l'hétérogénéité de la granularité et de la porosité de la colonne sédimentaire puisque cette station est caractérisée par une structure chenal-levée très marquée soumise à de l'instabilité gravitaire et à la succession des dépôts de turbidites. A l'inverse, les profils obtenus pour la zone terminale de dépôt des turbidites (COL-C) sont très homogènes car cette zone reçoit probablement plus de particules fines (argiles). Ce phénomène densitométrique explique très probablement les fortes teneurs en carbone organique mesurées (~4 à 5%) et nous a permis d'estimer une vitesse de sédimentation. Un modèle de régression exponentielle basé sur la décroissance radioactive du $^{210}Pb_{xs}$ dans la colonne sédimentaire couplé à la mesure de l'activité en $^{137}Cs$ estime à plus de 20 $cm.an^{-1}$ la vitesse de dépôt sédimentaire. Ce résultat renforce la capacité de stockage des lobes sous-marins d'autant plus que des débris végétaux ont été observés dans de nombreuses carottes des stations soumises aux apports du fleuve Congo (COL-A, COL-F, COL-C et COL-B). La contribution de ces apports terrigènes récents est confirmée par les résultats de $\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$ et C/N et IH/IO.

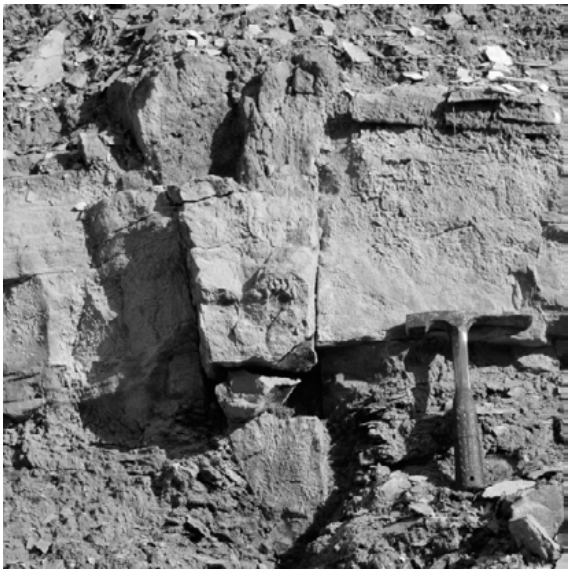
# STRUCTURES SÉDIMENTAIRES LIÉES À L'HYDROFRACTURATION DANS LES FORMATIONS RUPÉLIENNES DE LIMAGNE

Cédric TALLOBRE(1), Jean-François DECONINCK(1,@)
Emmanuelle VENNIN(1), Michel GUIRAUD(1)

(1) Université de Bourgogne, UMR 6282 CNRS Biogéosciences, 6Bd Gabriel, 21000 Dijon.
(@) Jean-Francois.Deconinck@u-bourgogne.fr

L'analyse sédimentologique de la coupe de Ste-Marguerite située dans la Limagne d'Issoire, a révélé la présence d'un ensemble de « structures en coins » sécantes par rapport à la stratification. Les sédiments d'âge rupéliens se sont déposés en milieu lacustre soumis à d'occasionnelles incursions marines (Bodergat *et al.*, 1999).

Les « structures en coin » (photo ci-dessous) particulièrement fréquentes à la base de la coupe présentent des tailles variables, infra-décimétriques à pluri-décimétriques. Elles sont essentiellement réparties sur 3 bancs de calcaires fins et se répètent latéralement tous les 2-3 mètres. Leur morphologie présente un relief vers le haut souvent évasé et un relief vers le bas resserré dessinant ainsi un coin avec une largeur de 10 à 50 cm. Le lithofaciès est identique dans la structure et le banc encaissant. Aucune structure sédimentaire de cet encaissant n'est préservée au sein de cet objet. Les couches marneuses situées à leur base sont plissées indiquant une déformation ductile. Ces structures correspondent à des joints de cisaillement extensifs de nature fragile probablement en relation avec une lithification précoce des bancs carbonatés, comme le montre la microdolomitisation affectant les dépôts de l'encaissant et les parois rectilignes. Les observations suggèrent une fluidisation du sédiment dans un deuxième stade. Ceci nécessite une forte pression de fluide dans le sédiment qui provoque de l'hydrofracturation avec injection le long de joints fragiles liés au rifting oligocène. L'hydrofracturation se produit lorsque des conditions de surpression sont atteintes : la pression exercée par l'eau du sédiment lithifié ou en cours de lithification provoque une pression supérieure à la résistance à la traction du matériel (Vandromme, 2007 ; Montenat *et al.*, 2007 ; Monier, 2013).



Les facteurs pouvant expliquer cette surpression fluide correspondent à : (1) la présence d'eau dans les sédiments fins (silt et argile) riches en eau (Montenat *et al.*, 2007). Des phénomènes tels que la déshydratation des argiles et l'illitisation des smectites libèrent de l'eau et favorisent l'expansion du fluide, ce qui peut contribuer à augmenter la pression dans les niveaux carbonatés microporeux le long des fractures initiales ; (2) la présence de niveaux marneux qui constituent quant à eux une barrière imperméable susceptible de piéger les fluides dans les bancs calcaires et d'initier des surpressions fluides permettant la fluidisation du sédiment.

Bodergat A., Briot D., Hugueney M., Poidevin J., Picot L., Giraud F., Berger J., Levy A. & Poignant A. 1999. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4, 499-511.
Monier D. 2013. *Thèse*, université de Montpellier 2. 294 p.
Montenat C., Barrier P., Estevou P.O. & Hibsch C. 2007. *Sedimentary Geology*, 196, 5-30.
Vandromme R. 2007. *Thèse,* école des Mines de Paris, 252p.

# CATS - MODÉLISATION ORIENTÉE PROCESSUS DES SYSTEMES TURBIDITIQUES A L ÉCHELLE RÉSERVOIR

Vanessa TELES[1,@], Benoît CHAUVEAU[1], Philippe JOSEPH[1], Fakher MAKTOUF[1], Gilberto Athayde ALBERTÃO[1], Rémi ESCHARD[1,4], Laure LAIGLE[1], Thierry MULDER[2], Kévin SAMALENS[2], Sébastien MIGEON[3]

(1) IFP Energies nouvelles, 1 et 4 avenue de Bois Préau, 92852 Rueil-Malmaison.
(2) UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, 33405 Talence cedex, France.
(3) Géoazur, 250 rue Albert Einstein, Les Lucioles 1, Sophia-Antipolis 06560 Valbonne.
(4) maintenant à Total,
(@) vanessa.teles@ifpen.fr

CATS (Cellular Automata for Turbidite Systems) est un modèle numérique dont l'objectif est de décrire les hétérogénéités des corps sédimentaires à l'échelle réservoir. L'approche développée simule les principaux processus sédimentaires des systèmes turbiditiques basse densité comportant une ou plusieurs classes de sédiments : transport en suspension, dépôt, érosion et entrainement d'eau ambiant par turbulence. Elle se place dans la catégorie des modèles génétiques qui reproduisent les processus de genèse des corps sédimentaires. Ce modèle s'inspire des travaux de Salles (2006) qui a adapté les automates cellulaires à la physique des écoulements turbiditiques turbulents. La particularité de ce modèle est de reproduire un écoulement complexe à partir de règles locales qui régissent le comportement d'un automate (associé à une maille du domaine).
Les paramètres d'entrée du modèle sont les conditions initiales de l'écoulement et de sa charge sédimentaire ainsi que la topographie sur laquelle va se distribuer l'écoulement. La validation et calibration des simulations se fait par essai-erreur en comparant les résultats de simulation aux données de contraintes disponibles: épaisseurs et granulométrie des dépôts, architecture des corps sédimentaires. Cette étape est réalisée à partir de cas récents et bien renseignés (l'événement de Nice en 1979 par exemple) ou à partir d'évènements anciens accessibles à l'affleurement.

Ce modèle peut être appliqué pour simuler le remplissage d'un réservoir, en particulier dans un cas mal contraint (peu de puits). Compte tenu des incertitudes associées à ce type de modélisation (paramètres de l'écoulement, paléotopographie), il est nécessaire de développer des couplages avec des méthodes stochastiques ou des méthodes quantifiant les incertitudes.

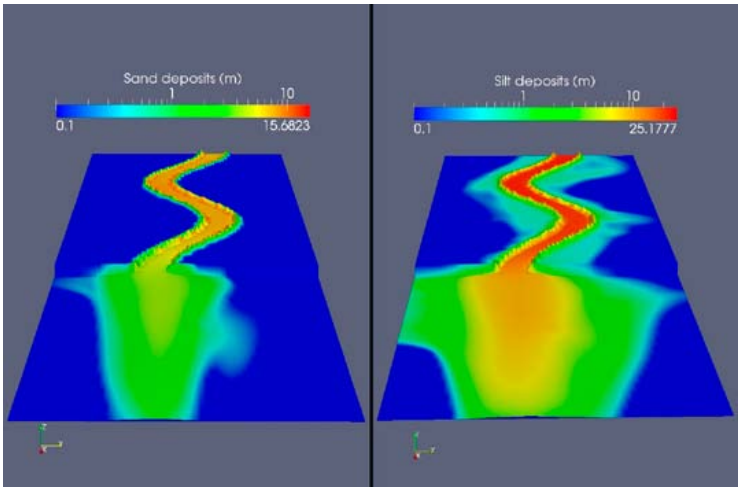



Figure. *Résultats de simulation sur une topographie synthétique présentant un chenal sinueux et une zone avale non confinée. Dépôts simulés pour les sables (à gauche) et les silts (à droite).*

Salles, T. (2006) Modélisation numérique du remplissage sédimentaire des canyons et chenaux sous-marins par approche génétique. Thèse de doctorat, Université Bordeaux 1, 215 pp.

# SIGNATURES SÉDIMENTAIRES DE CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LES SUCCESSIONS CÔTIÈRES MÉGATIDALES

Bernadette TESSIER[1,@], Isabelle BILLEAUD[2], Philippe SORREL[3]

(1) UMR CNRS M2C, Univ. Caen – Basse Normandie, 24 rue des Tilleuls, 14000 Caen, France
(2) Total Exploration and Production, CSTJF, 64018 Pau, France
(3) UMR CNRS TPE, Univ. Claude Bernard-Lyon 1, 69622, Villeurbanne, France
(@) bernadette.tessier@unicaen.fr

Au cours de ces dernières années, de nombreux travaux ont mis en évidence le rôle majeur des changements climatiques sur l'évolution holocène des systèmes côtiers.

L'objectif ici est de présenter une synthèse des différentes signatures sédimentaires qui peuvent être attribuées à l'impact d'un changement climatique pendant l'évolution d'environnements où domine très largement la dynamique tidale (baies et estuaires mégatidaux et «marée dominés»). La synthèse s'appuie en grande partie sur les travaux de Billeaud *et al.*, 2009 (Baie du Mont-Saint-Michel) et Sorrel *et al.*, 2009 (Embouchure de la Seine). Le contexte général est celui de la lente remontée du niveau marin de l'Holocène moyen à supérieur (post-7000 ans BP), et celui des changements climatiques rapides de l'Atlantique Nord souvent désignés sous le terme d'événements de Bond, périodes de quelques siècles se reproduisant tous les 1500 ans environ, caractérisées par un refroidissement et une intensification de la dynamique des tempêtes. Les données de datations 14C dont nous disposons le long des successions sédimentaires étudiées, montrent que les signatures décrites ici sont contemporaines de ces crises climatiques.

Un système côtier tidal comporte plusieurs sous-environnements et objets, herbus supratidaux, replats inter- et subtidaux, chenaux estuariens, barres et bancs tidaux…etc. Au sein des différentes successions sédimentaires qui leur sont associées, des signatures diversifiées de périodes de tempêtes renforcées sont préservées. Dans les faciès inter- et subtidaux de replats sableux et de pied de barres estuariennes d'embouchure, des niveaux coquilliers d'épaisseur décimétrique à base érosive, corrélables à l'échelle « régionale », reflètent des épisodes de remaniements intenses et d'apports marins grossiers, associés à des tempêtes. Dans les bancs subtidaux, la présence de surfaces planes d'érosion montrent que pendant un certain temps l'action des courants tidaux est régulièrement supplantée par celle érosive des tempêtes. Dans les successions de lagune tidale d'arrière-barrière, ces périodes d'intensification de tempête sont marquées par la présence de faciès plus sableux, intercalés dans des faciès intertidaux, signant l'augmentation de processus de débordement de la barrière. Dans le cas extrême, lorsque les barrières sont rompues et les herbus supratidaux totalement inondés, l'augmentation du prisme tidal induit une réactivation des chenaux tidaux de vidange sur les replats de marée. Dans le domaine estuarien actif, les faciès grossiers intercalés dans les successions subtidales de fond de chenaux, reflètent également une réactivation régulière de la dynamique tidale, en lien possible avec des périodes de surcotes répétées.

La préservation de ces différentes signatures sédimentaires démontre que les changements climatiques doivent être considérés comme un facteur de contrôle majeur du fonctionnement morphodynamique et de l'évolution à long terme des systèmes littoraux mégatidaux en dépit de la très forte énergie des courants tidaux auxquels ils sont soumis.

Billeaud I., Tessier B, Lesueur. P., 2009, Impacts of Late Holocene rapid climate changes as recorded in a macrotidal coastal setting (Mont-Saint-Michel Bay, France). Geology, 37, 1031-1034.

Sorrel P., Tessier B., Demory F., Delsinne N., Mouazé D. (2009). Evidence for millennial-scale climatic events in the sedimentary infilling of a macrotidal estuarine system, the Seine Estuary (NW France). Quaternary Science Reviews, 28, 499-516.

# DYNAMIQUE DES BARRIÈRES LITTORALES DEPUIS LE PETIT AGE GLACIAIRE : RECONSTITUTIONS STRATIGRAPHIQUE, HYDRODYNAMIQUE ET HISTORIQUE

Bernadette TESSIER[1,@], Clément POIRIER[1], Eric CHAUMILLON[2], Pierre WEILL[3], Dominique MOUAZÉ[1], Xavier BERTIN[2], Guy WOPPELMANN[2], Emmanuel GARNIER[4], Suzanne NOËL [4]

(1) UMR CNRS M2C, Univ. Caen – Basse Normandie, 24 rue des Tilleuls, 14000 Caen, France
(2) UMR CNRS Lienss, Univ. La Rochelle, 2 rue Olympe de Gouges, 17000 La Rochelle, France
(3) MINES ParisTech, 35 rue Saint-Honoré, 77033 Fontainebleau, France
(4) UMR CNRS CRHQ, Univ. Caen – Basse Normandie, Esplanade de la Paix, 14032 Caen, France
(@) bernadette.tessier@unicaen.fr

Le Petit Age Glaciaire (PAG) est reconnu comme la dernière des cinq périodes d'intensification de la dynamique des tempêtes de l'Holocène récent (post 6500 ans) qui ont eu un impact significatif sur l'évolution des zones côtières du NW européen (Sorrel et al., 2012). Les barrières littorales et flèches sableuses comptent parmi les corps sédimentaires côtiers dont le fonctionnement morphodynamique a été particulièrement impacté au cours de ces crises climatiques. Dans le cadre du projet BLiNiS (programme Liteau), nous proposons de reconstituer l'évolution de deux barrières littorales (Sud Vendée – Pointe d'Arçay; Ouest Cotentin – Pointe de St Germain-sur-Ay) afin de mieux comprendre comment les tempêtes qui se sont succédées au cours du PAG ont contrôlé leur mode de fonctionnement (rupture, submersion, reconstruction).

Le projet repose sur le croisement de trois types de reconstitution : une reconstitution stratigraphique très haute résolution basée sur des données de radar géologique (architecture) et carottage (faciès, datation), complétée par des données cartographiques anciennes ; une reconstitution du forçage hydrodynamique et des niveaux marins extrêmes (conditions de houle et marée) ; une reconstitution de l'évolution des usages et de la perception des événements par les populations littorales.

Les premiers résultats du projet sont présentés, en particulier ceux portant sur la reconstitution stratigraphique THR des deux barrières. Les corps sédimentaires qui constituent les éléments principaux d'une barrière (plage, washovers, dunes), montrent des architectures bien différenciées sur les profils géoradar. La proportion et l'agencement de ces corps varient considérablement dans l'espace (et donc dans le temps, au gré de la construction des barrières), mettant en évidence une succession de modes différents de fonctionnement (barrière stable vs. barrière instable). En attendant des données de sondages et de datations ($^{14}$C et OSL), la confrontation des résultats géophysiques avec des documents cartographiques anciens nous fournit le cadre chronologique de ces évolutions depuis le XVIe siècle.

Sorrel P., Debret M., Billeaud I., Jaccard S.L., McManus J.F. & Tessier B., 2012, Persistent non-solar forcing of Holocene storm dynamics in coastal sedimentary archives, Nature Geoscience, 5, 892-896.

# ÉTUDE COMPARATIVE DE TURBIDITES CARBONATÉES DU PLIENSBACHIEN INFÉRIEUR ET D'UNE SÉRIE ACTUELLE DE LA MARGE COLOMBIENNE. IDENTIFICATION DE CRITÈRES SÉDIMENTOLOGIQUES DE RECONNAISSANCE DE SÉISMOTURBIDITES.

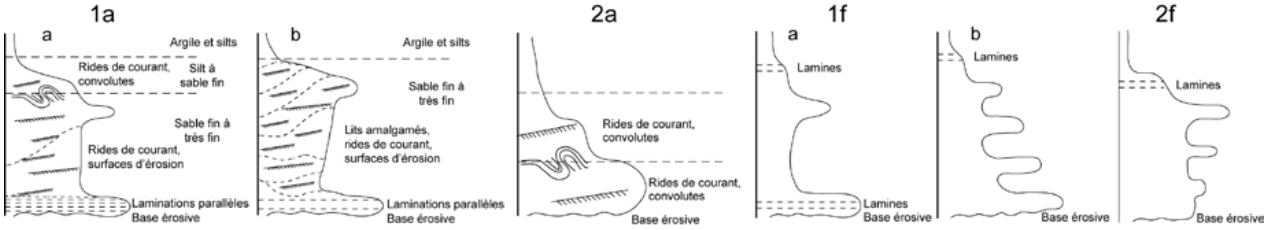
Lisa TEXIER[1,@], Sébastien MIGEON[2], Françoise BERGERAT[1],
Pierre-Yves COLLIN[3], Yasin MAKHLOUFI[1]

(1) ISTeP, UMR 7193 CNRS-UPMC, Case 117, 4 place Jussieu, 75252 Paris cedex 05, France.
(2) Géoazur, UMR 7329 CNRS-UNS-IRD-UPMC, Sophia-Antipolis, 06560 Valbonne, France.
(3) Biogéosciences, UMR 6282 CNRS-Univ. Bourgogne, 6 Bd Gabriel, 21000 Dijon, France.
(@) lisa.texier07@orange.fr

La série sédimentaire du Pliensbachien inférieur de la zone dauphinoise est composée d'alternances marno-calcaires dans lesquelles sont intercalées de nombreuses turbidites carbonatées (entroquites). L'étude de la coupe de Saint-Michel-en-Beaumont a permis d'y caractériser des structures d'origine sismique : failles «molles» synsédimentaires, structures d'instabilité et figures de liquéfaction (Bergerat et al., 2011). L'hypothèse d'une origine sismique pour les calciturbidites de cette série a donc été posée.

Pour confirmer ou infirmer cette hypothèse, une étude comparative a été menée avec des dépôts turbiditiques silico-clastiques actuels (marge colombienne, campagne Amadeus), dont l'origine (le facteur déclenchant) a été associée à des séismes de subduction (Garibaldi et al., 2007). L'accent a été mis sur la reconnaissance de critères sédimentologiques analysables dans les deux séries, comme l'évolution de la granularité et l'assemblage de structures sédimentaires.

L'étude des dépôts de la marge colombienne, associée à un modèle d'âge précis obtenu par la mesure de l'activité en excès de plusieurs radio-isotopes, a permis d'identifier deux types de séquences de dépôt. Le premier type (1a sur la figure), composé de dépôts amalgamés à stratifications obliques, est relié aux séismes du 20e siècle. Le second (2a), normalement granoclassé, correspond à des turbidites classiques, probablement liées aux crues du fleuve Esmeraldas. A Saint-Michel-en-Beaumont, deux types de séquences ont aussi pu être identifiés: le premier (1f) est caractérisé par un granoclassement général normal avec plusieurs reprises grossières superposées ; le second (2f), visible dans un seul banc, montre un granoclassement inverse suivi d'un granoclassement normal au sommet. La comparaison de ces différents types de turbidites actuelles et fossiles confirme l'interprétation en séismoturbidites de la plupart des dépôts turbiditiques du Beaumont.




*Types de séquences turbiditiques identifiés dans les séries actuelle (1a, 2a) et fossile (1f, 2f).*

Bergerat F., Collin P.Y., Ganzhorn A.C., Baudin F., Galbrun B., Rouget I. et Schnyder J. ,2011), Instability structures, synsedimentary faults and turbidites, witnesses of a Liassic seismotectonic activity in the Dauphiné Zone (French Alps): A case example in the Lower Pliensbachian at Saint-Michel-en-Beaumont. *Journal of Geodynamics*, 51, 344-357.

Garibaldi C., Migeon S., Schmidt S., Schneider J.-L., Collot J.-Y., 2007, Transferts sédimentaires et turbidites co-sismiques sur la marge colombienne : résultats de la campagne Amadeus. *11e Congrès ASF*, Caen, Livre des résumés, p. 134.

# LES PALEOSURFACES LATERITIQUES D'AFRIQUE DE L'OUEST. DU PALEOMAGNETISME A LA COMPETITION ENTRE CLIMAT ET GEODYNAMIQUE

Hervé THÉVENIAUT[(1)]

(1) BRGM, GEO/GSO, 3 avenue Claude-Guillemin, BP 36009, 45060 Orléans Cedex 2, France.
(@) h.theveniaut@brgm.fr

L'Afrique de l'Ouest a fait l'objet de nombreuses études géomorphologiques, géochimiques avec de nombreux débats associés pour comprendre et expliquer la formation des grandes paléosurfaces latéritiques.

En Guinée, les travaux de Michel (1973) ont permis de mettre en évidence, au travers d'une séquence morphogénétique, sept niveaux d'altération répartis dans le temps, dans l'espace et bien évidemment, avec l'altitude.

Trois niveaux cuirassés bauxitiques sont localisés entre 1400 m et 600-700 m d'altitude puis on observe quatre niveaux cuirassés ferrugineux avec un relief intermédiaire suivi de trois glacis (haut, moyen et bas) jusqu'aux basses altitudes actuelles de l'intérieur des terres.

Des sommets du Fouta Djallon au bassin du Niger, la Guinée présente ainsi sept phases d'altération continument discontinues.

Les contraintes en âge sont rares, entre l'âge Jurassique des sills doléritiques altérés et la surface bauxitique la plus basse qui est recouverte par le Continental Terminal supposé d'âge Eocène. Quelques datations par les méthodes K/Ar et Ar/Ar ont pu être réalisées dans des cas particuliers mais en dehors du contexte guinéen.

Au travers d'une approche paléomagnétique d'un profil quasi complet, au nord-est de la Guinée, et rattaché au relief intermédiaire, deux phases d'altération ont pu être mises en évidence.

Un âge du Crétacé supérieur et un autre du Miocène montrent clairement le polyphasage de formation de ce profil d'altération. Ces résultats soulèvent aussi de nombreuses questions quant aux âges supposés des paléosurfaces bauxitiques de plus haute altitude, sans parler de l'absence de signal Eocène, période climatique mondialement reconnue comme source d'altérations majeures.

Si la position de la Guinée a peu varié depuis le Jurassique entre des latitudes favorables soit à une altération ferrugineuse soit à une altération alumineuse, les âges obtenus sur ce relief intermédiaire et l'absence de signal d'âge Eocène montrent que la géodynamique et de possibles mouvements verticaux devraient être pris en compte pour expliquer cette structuration des paléosurfaces latéritiques qui forment les paysages d'Afrique de l'Ouest.

# AVANCER DANS LES PALÉOALTÉRATIONS EN SORTANT DES PALÉOCONCEPTS

Médard THIRY[(1)]

(1) Centre de Géosciences, Mines-ParisTech, 35 rue St Honoré, 77305 Fontainebleau.
(@) medard.thiry@mines-paristech.fr

Deux truismes sont prégnants et s'imposent dans l'étude des paléoaltérations : l'un dit que l'altération est liée à la surface, à l'atmosphère et donc au climat ; et l'autre laisse entendre que les climats chauds et humides sont chimiquement agressifs et à l'origine des puissants profils d'altération. C'est vrai, mais il faut sortir de ces concepts pour ouvrir des portes. Par ailleurs, si le pédologue décrits les profils depuis la surface, pour le géologue les contours de l'objet d'étude sont à définir et les relations spatiales à grande échelle lui imposent de reconsidérer les préceptes sous-tendus. Plusieurs domaines de réflexions ont émergés au cours des dernières décennies.

**Altérations profondes et/ou de nappe**

S'il est normal de considérer que les eaux des nappes sont minéralisées, il est rarement envisagé l'effet de la soustraction de ces éléments chimiques sur l'aquifère et donc son altération. Les coupes «géologiques» à travers des paléoaquifères ont montré l'importance que peuvent prendre les altérations dans ces domaines souterrains. L'exemple du Tertiaire du Bassin de Paris montre l'importance de ces altérations de nappe : tous les faciès sableux et les silicification des sables et des calcaires sont le résultat d'altérations liées à des écoulements de nappes. Ailleurs, la paléosurface triasique des socles paléozoïques résulte d'altérations mises en place sur 100-200m de puissance, par des nappes profondes, salines, à gradient très faible, pendant une période de plusieurs ( ?) dizaines de Ma, et qui n'ont pas de référence reconnue dans le monde actuel. La relation avec le climat en surface existe, mais de manière très «distendue».

**Altérations hors modèles actuels**

Les variations de la composition de l'atmosphère terrestre au cours de son histoire (teneur de $CO_2$ x 5 au Crétacé) sont rarement prises en compte dans les interprétations des paléoaltérations. Or dans ces conditions de $CO_2$ l'acidité de l'eau de pluie augmente le potentiel d'altération et la quantité d'eau nécessaire est en quelque sorte compensée par son agressivité. Ceci n'est pas sans conséquence sur les interprétations paléoclimatiques. De même qu'en contextes arides, à nappes peu profondes (lacs salés), des ferrolyses (acidification par oxydation du fer) sont vraisemblablement à l'origine des faciès blanchis à géochimie particulière (altération des aluminosilicates sans lessivage des éléments solubles) et connus dans de nombreuses régions désertiques actuelles. Un autre modèle d'altération mérite d'être questionné : ce sont les altérations en régime périglaciaire : que se passe-t-il sous le permafrost actuel en Sibérie et au Canada ?

**Altérations très lentes et superposées**

En revanche, si plusieurs types d'altérations spécifiques, comme les silcretes pédologiques, ne sont pas connues dans les conditions morpho- et pédoclimatiques actuelles. Cela n'est-il du à leur formation extrêmement lente qui n'a pas permis de les détecter comme actifs ou actuels, ou à la superposition et l'alternance de cycles d'altération que nous ne savons pas décrypter ?

**Spécificité des paléoaltérations**

Il y a peu de doute que les climats actuels ne représentent qu'une gamme très limitée des anciennes conditions morpho-climatiques terrestres et ceci est particulièrement vrai pour les climats les plus anciens et pour lesquels nous n'avons pas de schémas d'altération : ce sont les paléoaltérations qui en sont les archives. L'étude des paléoaltérations ne se résume pas à appliquer à l'ancien les préceptes montrés dans les sols actuels mais contribue a l'exploration de voies géochimiques nouvelles et qui souvent amènent à bouleverser les interprétations stratigraphiques et sédimentologiques.

# GÉOARCHÉOLOGIE D'UN SITE PRÉCOLOMBIEN EN CONTEXTE DE CHENIER: PREMIERS RESULTATS OBTENUS SUR LE SITE DE SAINTE-AGATHE, GUYANE FRANCAISE

Dominique TODISCO[1,@] et Matthieu HILDEBRAND[2]

(1) Département de Géographie, IDEES, UMR 6266 CNRS, Université de Rouen, 76821 Mont Saint Aignan, France ;
(2) Centre archéologique de Cayenne, 842 Chemin Saint Antoine - 97300 Cayenne, Guyane
(@) dominique.todisco@univ-rouen.fr

Le site précolombien de Sainte-Agathe se localise sur le territoire de Tonate-Macouria, en Guyane, à environ 1 km du rivage atlantique, dans la basse plaine côtière holocène. Une fouille réalisée en 2009-2010 par l'INRAP a permis de mettre en évidence les vestiges d'une zone d'habitat, bien que très fortement perturbée par les activités anthropiques récentes. L'analyse du mobilier archéologique, associé à un panel de plusieurs datations 14C, a révélé une occupation qui débuta au début du XVe siècle de notre ère et perdura sans doute jusqu'à l'orée de la colonisation européenne. Les vestiges archéologiques, majoritairement du matériel céramique, ont été retrouvés en surface/subsurface d'un paléochenier. Les cheniers sont typiques des côtes des Guyanes où ils ont été formés sous des conditions côtières caractérisées par une progradation d'ensemble. Ils témoignent des transformations morpho-sédimentaires importantes que subissent les rivages guyanais sous l'influence notamment du système de dispersion des rejets fins amazoniens dans l'Atlantique équatorial. Lors de la fouille, plusieurs tranchées ont été ouvertes à la pelle mécanique permettant de documenter la séquence stratigraphique du paléochenier de Sainte-Agathe. Le regroupement des observations réalisées sur l'ensemble des coupes a permis de conceptualiser l'évolution longitudinale des faciès pédo-sédimentaires rencontrés en prenant en compte les traits rédoxiques/réductiques, les variations texturales/structurales inter-unités, la différenciation *backslope/foreslope*, et la profondeur de l'argile marine située à la base du paléochenier. Les milieux dépositionnels correspondants aux conditions de sédimentation ont été déduits des faciès sédimentaires: paléobanc de vase, phase de transition banc/interbanc, et phase interbanc/chenier. Trois dates OSL obtenues sur les sables du chenier et deux dates 14C, effectuées sur de la matière organique (localisée à la base chenier), situeraient la construction du chenier après 4400/4000 BP, entre *circa* 3600-2400 BP. Ces dates permettent de questionner la nature des forçages paléoclimatiques qui auraient pu influencer la construction du chenier: augmentation des épisodes ENSO, diminution des précipitations dans le bassin amazonien, migration de la ZCIT, modification de l'intensité et de l'orientation des alizés. Par ailleurs, l'altitude des dépôts observés lors de la fouille, entre 2m00 et 3m50, permet également de questionner la nature et l'efficience des forçages eustatique et tectonique durant l'Holocène supérieur, par comparaison avec les données obtenues dans la plaine côtière holocène du Surinam.

# GÉOARCHÉOLOGIE D'UN SITE PALÉOESQUIMAU EN CONTEXTE PÉRIGLACIAIRE : LE SITE DE TAYARA, NUNAVIK (CANADA)

Dominique TODISCO[1,@]

(1) Département de Géographie, IDEES, UMR 6266 CNRS, Université de Rouen, 76821 Mont Saint Aignan, France.
(@) dominique.todisco@univ-rouen.fr

Afin de caractériser et de comprendre les processus de formation des sites archéologiques localisés en contexte périglaciaire actif, une double approche géoarchéologique, à la fois intra- et extra-site est nécessaire. Jusqu'à présent, les études géoarchéologiques arctiques ont souvent été négligées (notamment pour les sites enfouis), comme l'illustrent les recherches menées généralement au Canada. Cette communication présente les principaux résultats obtenus sur le site paléoesquimau de Tayara, sur l'Île Qikirtaq, au Nunavik (Canada). Les données géomorphologiques intra-site et extra-site révèlent que la solifluxion et le ruissellement ont participé à l'enfouissement et à la préservation des niveaux archéologiques. Les propriétés physico-chimiques et minéralogiques expliquent la susceptibilité des sédiments glaciomarins locaux à la solifluxion, mouvement de masse qui était probablement (plus) actif durant les phases de l'Holocène supérieur ayant une saison de dégel plus longue ou des étés plus chauds et/ou humides. Les résultats micromorphologiques illustrent l'importance des traits cryogéniques et bio-pédologiques (pédofaune, microflore, accumulation organique) dans la formation des sédiments intra-site. Les traits anthropiques du niveau archéologique principal se rapportent principalement à la subsistance (présence d'os), à la crémation (charbon de bois, os chauffé), et possiblement au piétinement (fragmentation et déplacement de minéraux). Les données montrent que les processus naturels dépositionnels, comme la solifluxion et le ruissellement, ou post-dépositionnels, notamment ceux liés au gel/dégel, n'ont pas significativement affectés les vestiges et les niveaux archéologiques. Les analyses taphonomiques révèlent que les vestiges fauniques et lithiques du niveau principal sont généralement bien conservés, et qu'ils n'ont pas subi d'importantes altérations physiques ni de perturbations spatiales majeures.

**Bibliographie**

Todisco D., Bhiry N., et Desrosiers P.M., 2009. Paleoeskimo site taphonomy: An assessment of the integrity of the Tayara site, Qikirtaq Island (Nunavik, Canada). Geoarchaeology: An International Journal, 24, 743-791.
Todisco D., et Bhiry N., 2008. Micromorphology of periglacial sediments from the Tayara site, Qikirtaq Island, Nunavik (Canada). Catena, 76, 1-21.
Todisco D., et Bhiry N., 2008. Palaeoeskimo site burial by solifluction: Periglacial geoarchaeology of the Tayara site (KbFk-7), Qikirtaq Island, Nunavik (Canada). Geoarchaeology: An International Journal, 23, 177-211.
Todisco D., et Monchot H., 2008. Bone weathering in a periglacial environment: The Tayara site (KbFk-7), Qikirtaq Island, Nunavik (Canada). Arctic, 61, 87-101.

# MORPHOLOGIE ET EVOLUTION DES CANYONS SOUS-MARINS SUR LA PENTE CARBONATEE DE *LITTLE BAHAMA BANK* (BAHAMAS)

Elsa TOURNADOUR[1,@], Thierry MULDER[1], Jean BORGOMANO[2], Hervé GILLET[1], Vincent HANQUIEZ[1], Emmanuelle DUCASSOU[1]

(1) UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, av des Facultés, 33405 Talence Cedex FRANCE
(2) Total, CSTJF, av Larribau, 64000 Pau Cedex FRANCE
(@) e.tournadour@epoc.u-bordeaux1.fr

La pente nord de *Little Bahama Bank (LBB)* prograde vers le nord depuis le Miocène et est définie comme une pente en accrétion. Cependant, de nombreuses morphologies en *by pass* ou en érosion sont visibles sur le fond marin, tels que des cicatrices de glissements ou des canyons. La mission Carambar (nov.2010) fournit un jeu de données à haute résolution permettant de caractériser précisément 18 canyons avec une profondeur d'incision allant jusqu'à 150 m. Ces canyons évoluent rapidement en de petits sillons distributaires, débouchant finalement sur une zone de dépôt. L'ensemble de ces architectures forme des petits systèmes gravitaires carbonatés qui s'étendent sur environ 40 km le long de la pente nord de *LBB*.

Les canyons sont situés en moyenne entre 460 m et 970 m de profondeur d'eau. Certains d'entre eux présentent une tête en forme d'amphithéâtre délimitée par un escarpement d'environ 100 m de haut et présentant des cicatrices d'arrachement qui suggèrent une formation par érosion régressive. D'autres canyons montrent une tête linéaire entaillant la pente supérieure. La répartition spatiale de ces têtes de canyons linéaires semble être influencée par un transfert de sédiment des *shoals* oolitiques de *Walker Cays* (localisés environ 5 km en amont des canyons) vers la pente supérieure. Des terrasses peuvent être observées au sein des canyons, à la fois sur la carte bathymétrique mais également sur la sismique très haute résolution. On y observe également des levées internes confinées ou non. A l'instar des systèmes silicoclastiques, ces levées sont interprétées comme pouvant être formées par débordement de la partie supérieure d'écoulements turbulents en transit dans le canyon.

A partir de ces premiers résultats un modèle d'évolution des canyons est proposé selon 3 étapes principales : (1) une première étape dominée par l'érosion régressive, aboutissant à la formation de canyons à tête en amphithéâtre, (2) une seconde étape où l'érosion régressive se poursuit de manière linéaire sur la pente supérieure, (3) une troisième étape de remplissage de ces canyons par des dépôts résultants d'écoulements turbulents, initiés par des déstabilisations des bordures des canyons ou par un transfert sédimentaire depuis la plate-forme. L'érosion régressive et les paliers bathymétriques sur les profils de pente semblent influencés par des fronts de cimentation, ce qui constitue une différence majeure avec les systèmes silicoclastiques.

L'évolution des canyons carbonatés de la pente nord de *LBB* semble être dominée principalement par des processus de déstabilisation, mais peut être également influencée par des transferts de sédiments en provenance de la plate-forme vers la pente. De plus, ces systèmes de dimensions restreintes pourraient avoir des implications à une échelle régionale dans les flux sédimentaires vers le domaine profond. En effet, les canyons de la pente nord de *LBB* semblent alimenter le canyon de *Great Abaco* entaillant le *Blake Bahama Escarpment* entre 2000 m et 4000 m de profondeur bathymétrique.

# ANALYSE D'UNE LARGE CICATRICE DE GLISSEMENT SUR LA PENTE DE *LITTLE BAHAMA BANK* (BAHAMAS) : APPORTS POUR LA COMPREHENSION DES PROCESSUS DE GLISSEMENT EN MASSE DES PENTES CARBONATEES

Elsa TOURNADOUR[1,@], Thierry MULDER[1], Jean BORGOMANO[2], Hervé GILLET[1], Vincent HANQUIEZ[1], Emmanuelle DUCASSOU[1]

(1) UMR 5805 EPOC, Université de Bordeaux, av des Facultés, 33405 Talence Cedex FRANCE
(2) Total, CSTJF, av Larribau, 64000 Pau Cedex FRANCE
(@) e.tournadour@epoc.u-bordeaux1.fr

La mission Carambar (nov.2010) sur la pente nord de *Little Bahama Bank (LBB)* a permis l'acquisition d'une carte bathymétrique à 20 m de résolution (Kongsberg EM302), de sismique Très Haute Résolution (THR-3,5 kHz/Chirp) et de sismique multi-traces Haute Résolution (HR). Ce nouveau jeu de données permet de mettre en évidence différentes architectures sédimentaires issues de processus gravitaires variés. En effet, dans la partie orientale de la zone d'étude, 18 canyons sous-marins entaillent la pente nord de *LBB*. La partie ouest de la zone d'étude correspond quant à elle à l'extrémité est de la pente nord de *LBB,* structurée par le *drift* contouritique de *LBB*. Cette zone est par ailleurs marquée par une large cicatrice visible sur le fond marin, témoin d'un ancien glissement affectant la pente supérieure.

Cette large cicatrice de glissement, d'une longueur totale de 44 km, se situe à 10 km de la plate-forme entre 275 m et 460 m de profondeur d'eau. Des coupes bathymétriques transverses montrent une bordure externe verticale plus élevée et plus inclinée que la bordure interne. La bordure externe abrupte est ainsi interprétée comme la cicatrice d'arrachement d'un ancien glissement en partie recouvert par des dépôts plus récents. La sismique THR confirme ces premières interprétations et montre des dépôts reposant en *onlap* sur la zone d'arrachement du glissement. De plus, de nombreux *pockmarks* sont visibles et se concentrent dans la zone située au front du glissement. Ces structures peuvent être interprétées comme des indices de circulation de fluides le long de la zone d'arrachement.

Les lignes sismiques HR imagent environ 300 m de sédiments déposés depuis le Miocène. Ce jeu de données permet de reconstituer la géométrie du glissement, son initiation et son évolution. Une première unité sismique identifiée comme le *drift* contouritique de *LBB* repose en *onlap* sur l'unité sismique sous-jacente. Cette unité, érodée à son sommet, est marquée par un large glissement qui est en partie recouvert par une seconde unité sismique caractérisée par des réflexions de forte amplitude et très continues. Cette unité de remplissage est également affectée par des déstabilisations de petites dimensions qui peuvent être le résultat de la forte teneur en eau des sédiments et/ou de la circulation de fluides le long de la zone d'arrachement du large glissement.

L'analyse de ce glissement à différentes échelles présente un double enjeu. Elle permet non seulement d'améliorer la compréhension générale de l'évolution morphologique de la pente nord de *LBB* depuis le Miocène, mais apporte également de nouveaux éléments pour la compréhension de la dynamique des glissements en masse dans les systèmes carbonatés.

# PALEONITROGEN : L'UTILISATION DES ISOTOPES STABLES DE L'AZOTE DES MATIÈRES ORGANIQUES FOSSILES TERRESTRES COMME NOUVEAU MARQUEUR PALÉOCLIMATIQUE - PREMIERS RÉSULTATS

Romain TRAMOY[1,@], Johann SCHNYDER[1], Thanh Thuy NGUYEN TU[3], Johan YANS[2], Jean-Yves STORME [2], Mathieu SEBILO[3], Sylvie DERENNE[3], Jeremy JACOB[4] et François BAUDIN[1]

(1) Institut des Sciences de la Terre de Paris (ISTeP), UMR 7193, Université Pierre et Marie Curie (UPMC) et CNRS, 4, pl. Jussieu, 75252 Paris cedex 05
(2) Université de Namur, Département de Géologie, 61 rue de Bruxelles, 5000 Namur, Belgique
(3) BioEMCO, UMR 7618 UPMC et CNRS, 4, pl. Jussieu, 75252 Paris cedex 05
(4) Institut des Sciences de la Terre d'Orléans, INSU-CNRS-Université d'Orléans, Observatoire des Sciences de l'Univers en région Centre, Campus Géosciences, UMR 7327,1A rue de la Férollerie, F45071 Orléans Cedex 2
(@) romain.tramoy@etu.upmc.fr

Le $\delta^{15}N$ mesuré dans les sédiments marins et lacustres, souvent dominés par une production d'origine algo-bactérienne, est utilisé depuis longtemps pour reconstituer les processus biogéochimiques impliqués dans le cycle de l'azote : utilisation de l'azote (N) par les organismes (e.g. Altabet et al., 1995), variabilité des sources de N (e.g. Hodell and Schelske, 1998; Vreca and Muri, 2006), processus de dénitrification et de diagenèse (e.g. Altabet et al., 1995; Sebilo et al., 2003; Gälman et al., 2009). Cependant les signaux du $\delta^{15}N$ dans les environnements marins et lacustres sont souvent complexes et difficiles à décrypter. Par contre, à la suite d'études pionnières (e.g. Mariotti et al., 1981), Austin and Vitousek (1998), Amundson et al. (2003), Swap et al. (2004), ainsi que Liu and Wang (2008) ont montré que le $\delta^{15}N$ des plantes terrestres modernes ou quaternaires semblait corrélé positivement avec la température et négativement avec les précipitations. La salinité de l'eau du sol sur lequel se développent les plantes semble également jouer un rôle sur leur $\delta^{15}N$. Parallèlement, il a été suggéré une corrélation inverse entre la concentration en $CO_2$ dans l'atmosphère et les valeurs du $\delta^{15}N$ des plantes (Bassirirad et al., 2003; Stock and Evans, 2006). Des résultats prometteurs ont été récemment obtenus par des membres de notre équipe franco-belge grâce à des mesures isotopiques sur des lignites du Bassin de Dieppe-Hampshire, (limite Paléocène-Eocène, Normandie, (Storme et al., 2012). Au vue de ces résultats, le but du projet de thèse est de tester, de manière plus systématique, l'utilisation des isotopes stables de l'azote ($^{15}N/^{14}N$) dans des matières organiques sédimentaires terrestres comme marqueur paléoclimatique dans les séries géologiques **pré**-quaternaires. Le $\delta^{15}N$ est-il un outil valable pour reconstituer les climats passés? Quelles sont ses limites et les biais méthodologiques éventuels, notamment diagénétiques ou liés aux sources organiques? Afin de répondre à ces questions, il est important de tester le $\delta^{15}N$ sur des périodes que l'on sait très perturbé d'un point de vue climatique. Ainsi, des coupes-cibles continentales d'âge Jurassique inférieur, riches en matière organique dispersées et en fragments de bois, ont été sélectionnées, notamment au Kazakhstan avec la coupe de Taskomirsay. Nous présentons ici les premiers résultats issue de cette coupe qui suggèrent déjà de fortes perturbations du $\delta^{13}C$ et la possible reconnaissance de l'OAE du Toarcien qui marque un événement climatique majeur du Phanérozoïque (Hermoso et al., 2012; Jenkyns, 1988)the ocean-atmosphere system was subject to one of the largest perturbations of the carbon cycle in the last 250 Myr known as the Toarcian Oceanic Anoxic Event (T-OAE. Il est donc primordial de tester le potentiel de « proxy » paléoclimatique du $\delta^{15}N$ sur cet intervalle de temps en documentant un maximum la coupe par une batterie d'analyses intégrées portant sur 1) l'analyse des fluctuations climatiques enregistrées (minéraux argileux, palynologie, $\delta^{13}C$ et $\delta D$ ultérieurement) et 2) le contrôle des sources organiques.

# INTERACTIONS ENTRE TECTONIQUE SYNSÉDIMENTAIRE, ÉCHAPPEMENT DE FLUIDES ET CARBONATES AUTHIGÉNIQUES DANS LE JURASSIQUE SUPÉRIEUR DU BOULONNAIS (FRANCE)

Nicolas TRIBOVILLARD[1,@], Olivier AVERBUCH[1], Ebraheem HATEM[1], François GUILLOT[1], Jean-Luc POTDEVIN[1], Pierre SANSJOFRE[2,3], Florent BARBECOT[4], Diane VIDIER[5]

(1) Laboratoire Géosystèmes, UMR 8217 CNRS-Université Lille 1, UFR des Sciences de la Terre, 59655 Villeneuve d'Ascq cedex
(2) Institut de Physique du Globe de Paris, Equipe de Géochimie des Isotopes stables, CNRS-Université Paris Diderot
(3) actuellement : Université de Bretagne Occidentale, Laboratoire des Domaines Océaniques
(4) Centre de recherche GEOTOP, Département des sciences de la Terre et de l'atmosphère, Université du Québec à Montréal
(5) PN82, rue du Calvaire, 62137 Coulogne
(@) Nicolas.Tribovillard@univ-lille1.fr

Le Jurassique supérieur du Boulonnais (entre Boulogne/mer et le Cap Gris Nez) s'est mis en place dans un contexte de rampe dominée par les apports terrigéniques. Néanmoins des objets carbonatés existent au sein de ces environnements clastiques : il s'agit des bancs carbonatés de la formation des Bancs Jumeaux et de petits récifs à huitres monospécifiques et à matrice micritique. La signature isotopique des carbonates de ces objets indique une source de carbone léger, issu de la dégradation de la matière organique dans un environnement propice à la sulfato-réduction bactérienne. De plus, la localisation bien spécifique de ces objets dans la colonne stratigraphique suggère que les fluides porteurs de carbone isotopiquement léger qui ont provoqué la formation des calcaires authigéniques aient été libérés à l'occasion de mouvements tectoniques synsédimentaires. Cette dynamique authigène semble s'être produite lors d'épisodes d'approfondissement accélérés du bassin, peut-être en relation avec l'extension qui affectait cette région, induite par l'ouverture du rift atlantique.

*Illustration des failles synsédimentaires qui affectent le Jurassique supérieur du Boulonnais.*

TRIBOVILLARD, N., SANSJOFRE, P., ADER M., TRENTESAUX, A., AVERBUCH, O., BARBECOT, F., 2012. Early diagenetic carbonate bed formation at the sediment-water interface triggered by synsedimentary faults. Chemical Geology, 300/301, 1-13.

# RELATIONS ENTRE LES CARACTÉRISTIQUES SEDIMENTOLOGIQUES ET DIAGENÉTIQUES DES GRÈS DE LA BASE DU BASSIN D'ATHABASCA ET LA LOCALISATION DES GISEMENTS D'URANIUM DANS LE DISTRICT DE SHEA CREEK (SASKATCHEWAN, CANADA)

Freddy URI[1,@], Daniel BEAUFORT[1], Olivier PARIZE[2] et Dave QUIRT[3]

(1) Laboratoire IC2MP, équipe Hydrasa, Université de Poitiers Bât. B8, Rue Albert Turpain 86022 Poitiers Cedex
(2) AREVA NC –Mining Business Unit, Exploration Dep. – Geosciences Technologies, Tour AREVA, 1 place de la Coupole 92084 PARIS – LA DEFENSE.
(3) AREVA Resources Canada Inc. P.O. Box 9204 Saskatoon, SK, Canada S7K 3X5
(@) Uri.freddy@gmail.com

Les gisements d'uranium du district de Shea Creek sont localisés dans la partie ouest du bassin de l'Athabasca, Saskatchewan (Canada). Ils sont associés à une discordance entre un socle métamorphique d'âge Archéen à Protérozoïque inférieur et une couverture sédimentaire d'origine fluviatile, d'âge Protérozoïque moyen. Les minéralisations se situent à des profondeurs importantes, entre 680 et 1000 m, ce qui en fait à ce jour le gisement le plus profond connu dans le bassin. Le corps minéralisés peuvent être présents à la fois dans la couverture sédimentaire, à la discordance et dans le socle.

L'exploration de gisements d'uranium associés à une discordance est basée sur l'identification de conducteur graphitique implanté dans le socle métamorphique. Le rôle des circulations de fluide au niveau des failles lors du processus diagénétique-hydrothermal est également étudié pour expliquer les fortes concentrations en uranium, en argile et en certains éléments traces (REE notamment) dans les gisements. Cependant l'impact de la sédimentation est relativement minimisé dans les différentes approches proposées.

L'étude des gisements d'uranium du district de Shea Creek montre que la distribution des zones minéralisées est associée à l'histoire de la sédimentation. Ces gisements d'uranium sont principalement localisés dans la formation basale du Manitou Falls et s'étendent le long du conducteur graphitique du Saskatoon Lake conducteur (SLC). Par une approche stratigraphique, pétrographique et géochimique, il a été mis en évidence dans les grès du bassin de l'Athabasca une grande différence de distribution à la fois verticale et horizontale, dépendant de la proportion d'argile dans les sédiments, et en l'occurrence par la présence de grès argileux et de grès quartziques (quartz arénite). Les zones stériles en uranium localisées à l'extérieur du SLC montrent un remplissage sédimentaire basal différent de la zone interne. Les sondages extérieurs au SLC sont marqués par des grès conglomératiques reposant sur la discordance et surmontés par de grès quartziques totalement cimenté par des surcroissances de quartz, tandis que dans la zone interne, les grès sont composés d'une alternance de grès quartziques peu ou pas cimentés et de grès argileux. Cette différence est confirmée par la distribution des éléments chimiques (Al, Ti, Zr, Th, P, REE, Sr, Nb et U) qui sont des marqueurs de mobilité au cours des différents processus (diagénétique et hydrothermal). Cette étude met en évidence un lien fort entre la teneur en argile dans les sédiments, la distribution des éléments chimiques les moins mobiles et la localisation des gisements d'uranium. En d'autres termes, les gisements d'uranium du district de Shea Creek sont situés à l'aplomb des grès argileux basaux, qui montrent toutes les caractéristiques de roches réservoirs fortement sous compactées. Ces résultats suggèrent un lien entre la localisation des gisements d'uranium et les caractéristiques sédimentologiques et diagénétiques de la formation basale de grès qu'il conviendrait de valider à l'échelle du bassin d'Athabasca.

# ACTIVITÉ THERMOKARSTIQUE QUATERNAIRE DANS L'EST DU BASSIN DE PARIS. COMPARAISON AVEC L'ARCTIQUE ACTUEL

Brigitte VAN VLIET-LANOË[1,@], Isabelle COJAN[2], Stephan BAIZE[3],
Jacques BRULHET[4], Christian HIBSCH[5]

(1) UMR 6538 CNRS Domaines Océaniques, IUEM, Université de Brest, UEB, rue Dumont d'Urville, 29280 Plouzané, France
(2) Géologie, Ecole des Mines, 35 Rue Saint-Honoré , 77300 Fontainebleau
(3) IRSN, BP 17, 92262 Fontenay-aux-Roses cedex
(4) ANDRA, 1/7 rue Jean Monnet, 92298 CHATENAY-MALABRY Cedex
(5) UMR CNRS 7359 GéoRessources Université de Lorraine BP 70239, Bld des Aiguillettes 54506 Vandœuvre-Lès-Nancy
(@) brigitte.vanvlietlanoe@univ-brest.fr

Différentes structures superficielles de l'Est du bassin de Paris attestent de la présence de pergélisol continu lors des Derniers Glaciaires. Il s'agit de sols structurés périglaciaires, de traces de coins de glace bien exprimés en domaine crayeux.

L'observation de carrières dans la région de Bure atteste de l'existence de figures qui peuvent être interprétées comme la trace d'hydroloaccolithes saisonniers dans des grèzes alluviales par comparaison avec des observations en coupe effectuées en Islande et sur le terrain au Spitzberg. Cette interprétation implique un pergélisol continu.

L'observation de craie bréchifiée, de failles normales voire inverses d'origine non-tectonique, en association avec des évidences de liquéfaction et d'injection de fluide évoque l'existence de talik avec un aquifère sous pression, alimenté au niveau de failles inactives existantes (karst).

Les morphologies de dépressions à colmatage sédimentaires évoquent des « kettle hole », liés à la fonte de corps de glace massive comme dans le cas des formations glaciaires, avec tous les réajustements qui en découlent.

Ceci suggère que ces morphologies apparaissent surtout en fin glaciaire, après un épisode de réchauffement temporaire, lorsque les nappes sont mises en charges et le pergélisol à son maximum d'épaisseur et de teneur en glace.

Baize S., Coulon M., Hibsch C., Cushing M., Lemeille1 F. & Hamard H. 2007. Non-tectonic deformations of Pleistocene sediments in the eastern Paris basin, France. Bull. Soc. géol. Fr., 2007, t. 178, no 5, pp. 367-381.

Van Vliet-Lanoë B. 1998. Frost and soils: implications for paleosols, paleoclimates and stratigraphy. – Catena, 34, 157-183.

# TEMPETES DE L'HOLOCÈNE MOYEN ET SUPERIEUR EN BRETAGNE (NW FRANCE) : CHRONOLOGIE DES ÉVÉNEMENTS ET FORÇAGES CLIMATIQUES

Brigitte VAN VLIET-LANOË[(1)], Aurélie PENAUD[(1)], Alain HENAFF[(2)], Christophe DELACOURT[(1)], Assia. FERNANE[(1-3)], Jérôme GOSLIN[(2-1)], Bernard HALLÉGOUËT[(2)], Erwan LE CORNEC[(4)]

(1) UMR 6538 CNRS Domaines Océaniques, IUEM, Université de Brest, UEB, rue Dumont d'Urville, 29280 Plouzané, France
(2) UMR 6554 CNRS LETG-Geomer, IUEM, Université de Brest, UEB, rue Dumont d'Urville, 29280 Plouzané, France
(3) UMR 7263 CNRS IMBE, Europôle Méditerranéen de l'Arbois, 13545 Aix-en-Provence, France
(4) Consulting firm GEOS AEL, 12 rue Maréchal Foch, 56410 Etel, France
(@) brigitte.vanvlietlanoe@univ-brest.fr

Nous analysons les conditions de récurrence et les mécanismes climatiques de forçages pour les évènements les plus extrêmes sur la base de l'enregistrement stratigraphique littoral sur l'ensemble de la côte bretonne et des données d'archives régionales.

Pour cela nous analysons en premier les enregistrements de 1850 à l'actuel en relation avec les données climatiques et météorologiques afin de définir les conditions primordiales de forçages pour les évènements les plus destructeurs. Ensuite, les données d'archives et les évènements enregistrés géologiquement à l'échelle régionale sont comparés sur 2000 ans aux reconstructions de la NAO, l'activité volcanique et l'extension de la banquise. Enfin cette étude a été étendue aux derniers 6000 ans sur la base seule des données géologiques.

La majorité des évènements semblent coïncider avec des épisodes de refroidissement sous contrôle de l'activité solaire et de températures de surface de l'océan encore assez élevées. Une période de récurrence de tempête très agressive existe de 800 à 1200 AD, dans des conditions de forçages similaires à la situation actuelle. Une activité tempétueuse très importante est observée, comme classiquement pendant les Minima de Maunder et Homérique. Des périodes sans tempêtes ont été observées, comme pendant le Minimum de Spörer, en 1925-1929 et en1980-1985, confortant les observations de Trouet et al., 2012, probablement en relation avec une accélération de l'AMOC. Quatre situations météo-climatiques récurrentes permettent de comprendre les observations effectuées.

L'augmentation de la fréquence et de la force des tempêtes, surtout depuis la période romaine est en conformité avec l'évolution du forçage orbital, mais les enregistrements en zone littorale sont partiellement tronqués par l'élévation continue du niveau marin à l'échelle régionale et l'érosion associée.

Trouet, V., Scourse, J.D., Raible, C.C., 2012. North Atlantic storminess and Atlantic Meridional Overturning Circulation during the last Millennium: Reconciling contradictory proxy records of NAO variability Global Planet.Change 84-85, 48–55.

# DIVERSIFICATION DES COMMUNAUTÉS BIOCONSTRUITES AU TRIAS INFÉRIEUR : EXEMPLE DE MINERAL MOUNTAINS (USA)

Emmanuelle VENNIN[1,@], Ivan BOUR[1], Nicolas OLIVIER[2], Christophe THOMAZO[1], Arnaud BRAYARD[1], Emmanuel FARA[1], Gilles ESCARGUEL[2], Kevin G. BYLUND[3], Jim JENKS[4], Daniel A. STEPHEN[5]

(1) Laboratoire Biogéosciences, UMR-CNRS 6282, Université de Bourgogne, 6 Bd. Gabriel, F-21000 Dijon, France.
(2) Laboratoire de Géologie de Lyon, UMR-CNRS 5276, Université Claude Bernard Lyon1, bât. GEODE, 2 rue Raphaël Dubois, F-69622 Villeurbanne Cedex, France.
(3) 140 South 700 East, Spanish Fork, Utah 84660, USA.
(4) 1134 Johnson Ridge Lane, West Jordan, Utah 84084, USA.
(5) Department of Earth Science, Utah Valley University, 800 West University Parkway, Orem, Utah 84058, USA.
(@) Emmanuelle.vennin@u-bourgogne.fr

De récents travaux (Brayard et al., 2009) ont montré que la récupération post-crise Permien-Trias pour certains organismes nekto-pélagiques (conodontes et ammonoïdes) a été beaucoup plus rapide que précédemment envisagée, voir littéralement explosive (≤1,5 ma). Dernièrement, l'observation aux USA de bioconstructions riches en microbialites et métazoaires, datant du Smithien inférieur (~1 ma après la crise) et présentant une extension géographique large, offre de nouvelles perspectives en remettant notamment en cause l'absence d'occurrence de bioconstructions au cours du Trias inférieur et en suggérant une récupération rapide des communautés susceptibles de les édifier, au moins localement (Brayard et al., 2011).

Les microbialites constituent une part importante des dépôts post-crise et des bioconstructions en général. Pour comprendre leur(s) rôle(s) et savoir si ces micro-organismes agissent en compétition, en association ou en complète déconnexion avec les métazoaires, les microbialites ont fait l'objet de caractérisations morphologiques et géométriques à partir d'une nouvelle localité fossilifère trouvée aux USA. Les dépôts microbiens sont associés à des métazoaires variés (benthiques et necto-pélagiques) et sont abondants. Les microbialites, et l'ensemble de la succession sédimentaire de façon plus générale, réagissent aux importantes variations de la bathymétrie dans un contexte général transgressif au Smithien. Elles colonisent des environnements depuis des domaines de transition deltaïque à péritidal jusqu'à des domaines plus profonds de la plate-forme situés dans la zone d'action des vagues de tempêtes. Les microbialites y sont associées à des éponges, des bivalves ou encore des serpules et des ammonoïdes. La caractérisation des microbialites de la macro à la micro-échelle permet de replacer ces micro-organismes dans un contexte d'évolution de la plate-forme et de discuter des perturbations environnementales favorisant ou non leur développement. Enfin, les bioconstructions semblent être présentes rapidement après l'extinction de masse lorsque les conditions environnementales en permettent le développement.

Brayard A., Escarguel G., Bucher H., Monnet C., Brühwiler T., Goudemand N., Galfetti T. & Guex J., 2009: Good genes and good luck: Ammonoid diversity and the end-Permian mass extinction. *Science*, 325: 1118-1121.

Brayard A., Vennin E., Olivier N., Bylund K.G., Jenks J., Stephen D.A., Bucher H., Hofmann R., Goudemand N. & Escarguel G., 2011: Transient metazoan reefs in the aftermath of the end-Permian mass extinction. *Nature Geoscience*, 4: 693-697.

# LA PENTE CONTINENTALE DE LA MARGE NORD DU GOLFE DE GASCOGNE: CARACTERISATION ET ARCHITECTURE DES DEPÔTS SEDIMENTAIRES CONTOURITIQUES.

Mathieu VESLIN[1,@], Jean-François BOURILLET[1], Samuel TOUCANNE[1], Mathieu BOSQ[1], Alexis ROCHAT[1]

(1) Ifremer-Geosciences Marines, BP70, 29280 Plouzané, France,
(@) mathieu.veslin@ifremer.fr

Au cours des dernières décennies, de nombreuses campagnes océanographiques multidisciplinaires ont été effectuées sur la marge nord du golfe de Gascogne. Ces campagnes ont permis d'améliorer les connaissances des processus sédimentaires impliqués dans cette région, en particulier sur le plateau continental (paléovallées) et dans la plaine abyssale (systèmes turbiditiques). Les études concernant la pente continentale de la marge nord du golfe de Gascogne se sont principalement focalisées sur l'histoire géodynamique (Thinon, 1999) et la géomorphologie (Bourillet et Lericolais, 2003), tandis que les processus sédimentaires restent largement méconnus.

Les campagnes scientifiques BobGeo (2009), BobGeo2 (2010) et BobEco (2011) récemment effectuées dans le cadre du projet Européen Coralfish ont permis d'acquérir des données de bathymétrie haute résolution, de sismique haute-résolution et de sondeur de sédiment sur la pente continentale du Golfe de Gascogne. L'échantillonnage des sédiments superficiels a été réalisé à l'aide de carottes Calypso. Ces données permettent aujourd'hui de combler notre compréhension globale des processus sédimentaires sur la marge atlantique française. L'analyse des données de sismique haute-résolution permet de proposer une stratigraphie régionale, corrélée à celle proposée récemment sur la plateau continental (Paquet et al., 2009), et de mettre en évidence des structures internes de types sigmoïdales, interprétées comme d'origine contouritique. Les données de sondeur de sédiments confirment ce résultat pour la partie superficielle de la couverture sédimentaire. Des systèmes de chenaux contouritiques associés à la formation de terrasses sont observés en haut de pente,(entre 300 et 600 mètres) et des levés contouritiques associées à des chenaux apparaissent à des profondeurs plus importantes (>1000 m). Ces structures ont été décrites en termes d'architectures et de répartitions. Ces observations morphologiques et architecturales, qui démontrent l'importance des courants géostrophiques dans la sédimentation sur la pente continentale du Golfe de Gascogne, sont corroborées par l'analyse sédimentologique des carottes prélevés dans ces environnements.

L'ensemble de ces résultats seront discutés à la lumière des études antérieures effectuées dans les régions environnantes, à savoir la marge de Galice (nord de l'Espagne), le plateau Landais (SW France), ainsi que les marges Celtiques et Irlandaises.

# MODÉLISATION ANALOGIQUE DE LA DYNAMIQUE DU RÉSEAU DE DRAINAGE SUR UN PRISME D'ACCRÉTION.

Marc VIAPLANA[1,@], Julien BABAULT[1], Jean VAN DEN DRIESSCHE[2], Stéphane DOMINGUEZ[3]

(1) Dpto. de Geología Universitat Autònoma de Barcelona 08193 Bellaterra (Barcelona)
(2) Géosciences Rennes Université de Rennes 1 35042 Rennes (France)
(3) Géosciences Montpellier Université Montpellier II 34095 Montpellier (France)
(@) Marc.Viaplana@uab.cat

Les flux sédimentaires dans les bassins d'avant-pays dépendent de l'activité érosive des rivières qui drainent en amont les chaînes de montagnes. Les variations du flux sédimentaire sont généralement attribuées à des variations de l'activité érosive en réponse à la tectonique ou aux changements climatiques. À l'aide d'un dispositif expérimental nous étudions les interactions entre la déformation, la pluviométrie et le comportement intrinsèque d'un système géomorphologique que constitue un prisme orogénique soumis à l'érosion. Nous montrons que le réseau de drainage dans un tel prisme évolue toujours depuis un réseau dominé par des drains longitudinaux (parallèles aux structures tectoniques) vers un réseau dominé par des drains transversaux. Au cours de cette réorganisation, les captures de drains longitudinaux par les drains transversaux provoquent des modifications des pentes locales et des flux d'eau. Ces captures entraînent une augmentation subite de la vitesse d'érosion des drains transversaux provoquant celle-là même du flux de sédiment à la sortie du prisme (figure 1), alors que la vitesse de raccourcissement et la pluviométrie sont restées constantes. L'analyse de systèmes naturels montre que cette réorganisation progressive du système de drainage semble être une conséquence inéluctable de la croissance des chaînes de montagnes (Babault et al 2012). On doit par conséquent s'attendre à ce que le flux sédimentaire dans les chaînes soit contrôlé, non seulement par la tectonique et/ou le climat, mais aussi par la dynamique du réseau de drainage.

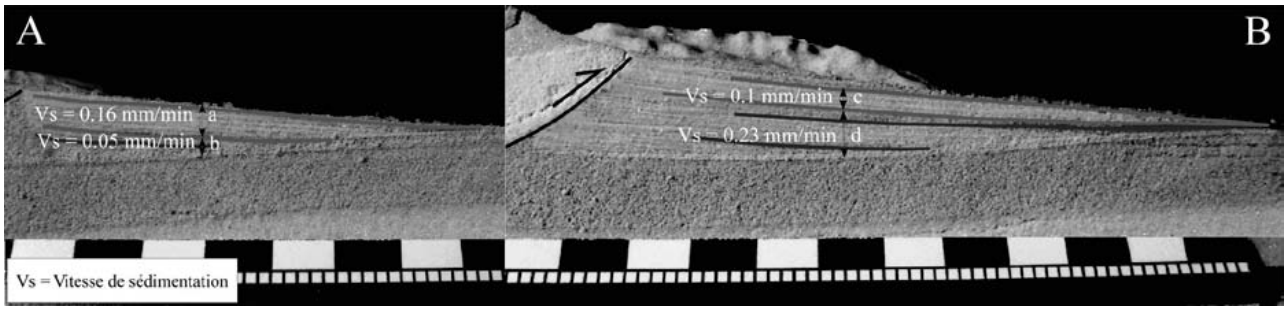



Figure1. *Détail de deux zones en sédimentation (coupes transverses) A) Cône de sédimentation en aval d'un chenal transverse et qui augmente son aire drainée en capturant celle d'un drain longitudinal situé à l'intérieur du prisme (épaisseur a). B) Cône de sédimentation d'un chenal privé d'aire drainée par capture (épaisseur c).*

Bibliographie

Babault, J., J. Van Den Driessche, and A. Teixell (2012), Longitudinal to transverse drainage network evolution in the High Atlas (Morocco): The role of tectonics, Tectonics, 31, TC4020, doi:10.1029/2011TC003015.

# COUPLED NMR LOG/LAB INVESTIGATION OF CARBONATES: AN APPLICATION FOR HYDROGEOLOGICAL PURPOSE TO THE JURASSIC LIMESTONE OF THE PARIS BASIN (FRANCE)

Benoit VINCENT[(1,@)], Benjamin BRIGAUD[(2)], Emmanuel JOBARD[(3)], Marc FLEURY[(4)], Béatrice YVEN[(5)], Philippe LANDREIN[(6)],& Alain TROUILLER[(5)]

(1) Cambridge Carbonate Ltd, 1 rue de Varoux, 21120 Marey-sur-Tille, France
(2) Université Paris-Sud, UMR-CNRS 8148 Interaction et Dynamique des Environnements de Surface, bât. 504, 91 405 Orsay Cedex, France
(3) Université de Lorraine, Nancy, France
(4) IFPEN, 1-4 avenue de Bois-Préau, 92852 Reuil-Malmaison, France
(5) Andra, 1/7 rue Jean Monnet, 92290 Châtenay-Malabry cedex, France
(6) Andra, Centre de Meuse/Haute-Marne, CP9, 55290 Bure, France
(@) benoit@cambridgecarbonates.co.uk

NMR (Nuclear Magnetic Resonance) logs are now commonly used in oil and gas exploration, and provide crucial data such as a continuous record of porosity, permeability, pore-size distribution, fluid saturation (e.g. Nurmi & Standen, 1997). Integrated with MICP (Mercury Injection Capillary Pressure), NMR brings key insights about the pore network and then becomes of primary importance for rock-typing analysis independently from depositional facies. However, a genetic geological knowledge remains necessary to interpret NMR data. In the present study, we propose an integration of some recent advances (e.g. Westphal et al., 2005) to optimise the use of NMR logs for carbonate reservoir characterisation.

In the Eastern Paris Basin, the Andra (French National Radioactive Waste Management Agency) evaluates the deep geological repository of radioactive wastes in an Underground Research Laboratory (URL) located in a 150m thick Callovian-Oxfordian claystone Formation. The latter is bounded by the Middle and Upper Jurassic shallow-marine carbonate Formations. For safety reasons, one of the key Andra concerns is to constrain the past and present fluid-flows in these Formations, thus to characterise as precisely as possible the petrophysical properties and their distribution. A complete logging survey was performed including classical logs, hydrological well tests, and a complete set of NMR logs. RCA (Routine Core Analysis) on core plugs and cuttings were also performed to constrain the NMR log derived calculations. NMR derived porosity is very close to the RCA data, but permeability calculation is less consistent. Indeed, the parameters chosen for SDR (Sclumberger Doll Research) equation were initially tuned to provide a best permeability estimate in the Callovian-Oxfordian claystone. Consequently, they were not adapted to the surrounding limestones, especially in the porous water-producing levels. Using petrography, MICP, and NMR laboratory tests from core plugs, we defined precisely the pore-network of the latter porous levels. Then using the $T_2$ distribution continuous logs, stratigraphic intervals with dominant pore-types were defined, forming a discrete log for each well. Following the work of Westphal et al. (2005), we then changed the parameters of the $K_{SDR}$ equation according to the dominant pore type per zone to optimise the permeability calculation. This resulted in a considerable improvement of a continuous permeability estimation in the studied wells. However, technical problems, such as the effect of oil-based drilling mud, were revealed by the comparison between NMR log and lab acquisition on the same levels. They hampered an absolutely enthusiastic achievement of this study but allow to continue some researches to improve the method.

Nurmi, R., Standen, E., 1997. Carbonates, the inside story. Middle East Eval. Rev. 18, 28–41.

Westphal, H., et al.., 2005. NMR measurements in carbonate rocks: problems and an approach to a solution. Pure Appl. Geophys. 162, 549–570

# SEDIMENTOLOGICAL CHARACTERISATION OF THE CASTETS FORMATION OF THE AQUITANIAN BASIN, SW FRANCE

Koen VOS[1,2], Olivier BRISSE[3], Noël VANDENBERGHE[1], Jan ELSEN[1]

(1) Applied Geology and Mineralogy, University of Leuven, Celestijnenlaan 200E, 3000 Leuven, Belgium
(2) Sibelco Europe, Department of Geology, De Zate 1, 2480 Dessel, Belgium
(3) Sibelco France, Department of Geology, Avenue de Clichy 141, 75848 Paris Cedex 17, France
(@) koen.vos@ees.kuleuven.be

Large quantities of quartz rich sediments are used in several modern industrial applications according to their specific properties. Well-rounded quartz sands are often regarded as multipurpose sediments since they can be applied in various applications, ranging from glass, foundry to frac sand. Since their genesis is not always fully understood, a sedimentological model is constructed for the known occurrence of this type of sediments in the Pleistocene Castets Formation of the Aquitanian Basin in the SW of France near the towns of Mios and Durance, where this unit is excavated by Sibelco France. Since exploitation is below the groundwater table, description and sampling was performed by means of four core drillings.

The sediments have been characterised in terms of chemistry, shape and mineralogy in order to quantify the maturity of the quartz sand deposit. Particle shape was evaluated in terms of roundness and sphericity by visual comparison of the grains to the Krumbein & Sloss (1963) comparator. Mineralogy and the quartz types have been investigated by studying thin sections of the deposit. Quartz surface textures were studied by SEM in order to describe sediment transport and deposition.

The Castets Formation in general, can be described as a well-rounded, mineralogical mature sediment consisting of mono- and some polycrystalline quartz grains with abundant vacuoles and inclusions, with some heavy minerals (a.o. rutile), feldspars and quartz pebbles of which the relative abundance decreases slightly towards the top of the formation. The homogeneity of the formation is expressed within the single drill holes as well as between the different sampling locations, which are about 100 km apart.

The investigation of quartz surface textures has been proven to be a valuable tool in the unravelling of quartz transport and sedimentation as quartz grains are often multicycle in origin. The surface textural assemblage of the quartz grains mainly consists of numerous mechanical V-shaped indentations and chattermarks overprinting earlier graded arcs, percussion marks and bulbous edges. While the latter surface textures point towards an eolian abrasion phase, explaining the roundness of the particles, the overprinting textures confirm the fluvial depositional environment of the formation. The lack of chemical surface textures present on the quartz surfaces indicate that the mineralogical maturity of the sediment is probably related to sediment reworking instead of alteration.

The sediment maturity of the Castets Formation can therefore be explained as a consequence of reworking of previously altered sediments which have been accumulating in the Aquitanian basin, probably starting from the Lower Eocene when the basin dominantly starts to receive detrital sediments from the Pyrenees and the Massif Central. As the basin gradually starts to receive its continental signature, and especially during Quaternary periglacial conditions, the fluvial regime alternated with important eolian phases and became more energetic.

Krumbein, W.C., Sloss, L.L., 1963. Stratigraphy and sedimentation. Second Edition. W.H. Freeman and Company, San Francisco, 660 pp.

# MODÉLISATION NUMÉRIQUE DE RÉSERVOIRS FLUVIATILES MÉANDRIFORMES - FLUMY ET LE BASSIN MIOCÈNE DE LORANCA (ESPAGNE)

Pierre WEILL[1,@], Isabelle COJAN[1], Fabien ORS[1], Hélène BEUCHER[1], Jacques RIVOIRARD[1]

(1) MINES ParisTech, Centre de Géosciences, 35 rue Saint Honoré, 77 305 Fontainebleau, France
(@) pierre.weill@mines-paristech.fr

Les réservoirs fluviatiles méandriformes sont caractérisés par une forte hétérogénéité et des variations latérales de faciès brutales. La connectivité des corps sableux est étroitement liée à l'historique de l'évolution du système fluviatile. Ainsi, la reconstruction 3D de ce type de réservoirs est difficile, surtout lorsque les données de sondage sont les seules informations disponibles.

Pour répondre à ce problème, plusieurs générations de modèles numériques ont été développées à partir de méthodes géostatistiques ou processus. Parmi eux, le modèle FLUMY repose sur une combinaison originale de méthodes stochastiques et génétiques (Lopez et al., 2008), et permet une simulation réaliste de l'évolution du chenal et des dépôts associés, ainsi qu'un conditionnement aux données de puits en temps réel.

Les séries fluviatiles miocènes du bassin de Loranca (Espagne) fournissent un cas d'étude idéal de par la qualité des affleurements pour tester les capacités du modèle FLUMY et fournir une caractérisation détaillée de cet analogue de réservoir. En plus des nombreuses études réalisées sur cette zone (e.g. Diaz-Moliña et Muñoz-Garcia, 2010; Martinius, 2000), les géométries des corps sableux ont été étudiées sur le terrain, et six coupes ont été levées en détails. Leur analyse fournit les paramètres d'entrée à la modélisation avec FLUMY.

La centaine de mètres d'affleurement a été modélisée en trois unités stratigraphiques distinctes. Dans chacune d'elle, les rapports sable/argile, les hauteurs et extensions des corps sableux sont reproduits avec fidélité, en respectant les données de puits. Les résultats offrent une reconstruction 3D de la géométrie complexe des barres de méandre amalgamées. Chaque intervalle est analysé en terme de connectivité des corps sableux, donnant une estimation du potentiel de cet analogue de réservoir.

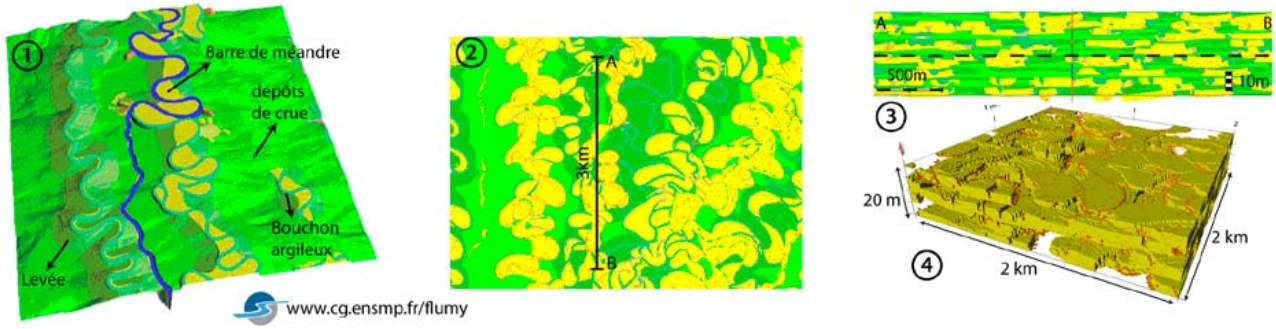



*Figure 1 - Sorties du modèle FLUMY. Vue 3D de la plaine d'inondation et du chenal actif après une avulsion (1). Coupe horizontale (2), coupe verticale (3) et écorché des corps sableux (4 - réalisé avec Isatis, Géovariances) d'une unité stratigraphique du bassin de Loranca à faible taux d'aggradation (fort taux d'amalgamation).*

Diaz-Molina, M., Muñoz-Garcia, M. (2010) Sedimentary facies and three-dimensional reconstructions of upper Oligocene meander belts from the Loranca Basin, Spain. AAPG Bull., **94**, 241–257.

Lopez, S., Cojan, I., Rivoirard, J., Galli, A. (2008) Process-based stochastic modelling: meandering channelized reservoirs. *Spec. Pub. IAS **40***, 139–144.

Martinius, A. (2000) Labyrinthine facies architecture of the Tortola fluvial system and controls on deposition (Late Oligocene - Early Miocene, Loranca Basin, Spain). *J. Sed. Res.*, **70**, 850–8.

# MODÉLISATION DE RÉSERVOIRS CHENALISÉS MÉANDRIFORMES (FLUMY) : APPROCHE COUPLÉE PROCESSUS / STOCHASTIQUE ET CONDITIONNEMENT AUX DONNÉES DE PUITS

Pierre WEILL[1,@], Isabelle COJAN[1], Fabien ORS[1], Jacques RIVOIRARD[1]

(1) MINES ParisTech, Centre de Géosciences, 35 rue Saint Honoré, 77 305 Fontainebleau, France
(@) pierre.weill@mines-paristech.fr

Les réservoirs chenalisés méandriformes sont composés de corps sédimentaires aux propriétés pétrophysiques contrastées et aux géométries variées. Ces environnements hétérogènes sont caractérisés par des variations brutales de faciès, et une connectivité des corps sableux liée à l'évolution du système de dépôt. La reconstruction de ce type de réservoirs est difficile, en particulier avec des seules données de sondage. Depuis les dernières décennies, plusieurs générations de modèles sont développées pour répondre à ces besoins de simulation et d'interpolation de données de terrain. Les modèles géostatistiques permettent un conditionnement exact aux données de puits, mais les résultats manquent parfois de réalisme. Les modèles génétiques, mettant en équations des processus physiques, fournissent de bonnes prédictions à court terme, mais sont couteux en temps de calcul.

FLUMY est un logiciel combinant méthodes stochastiques et génétiques. La migration du chenal, basée sur les équations de l'hydraulique, permet le développement de méandres réalistes, et la modélisation de processus tels les recoupements, les ruptures de levées ou les avulsions. Associé à la dynamique du chenal, un certain nombre de faciès sont déposés. Si le transport sédimentaire n'est pas modélisé, les règles et contraintes de sédimentation permettent la construction d'architectures réalistes sur de grandes échelles de temps, avec une grande rapidité de calcul.

Les paramètres d'entrée du modèle sont nombreux, et leur choix peut paraître ardu aux utilisateurs non avertis. Pour simplifier l'étape de paramétrisation, un pré-calculateur permet de renseigner le modèle à partir de 3 grandeurs facilement accessibles : profondeur du chenal, extension des corps sableux, et rapport sable / argile sur l'intervalle modélisé. Afin de contraindre les simulations, FLUMY utilise un conditionnement «doux» à des données de puits en temps réel, épargnant la méthode fastidieuse d'essais-erreurs. La migration du chenal est influencée par la lithologie au puits, l'attirant si du sable doit être déposé, le repoussant dans le cas contraire. Le tir d'un nouveau tracé de chenal après une avulsion est également conditionné grâce à une topographie virtuelle modifiée. Au-delà des principes du modèle FLUMY, les principaux verrous techniques ainsi que les développements envisagés seront discutés.

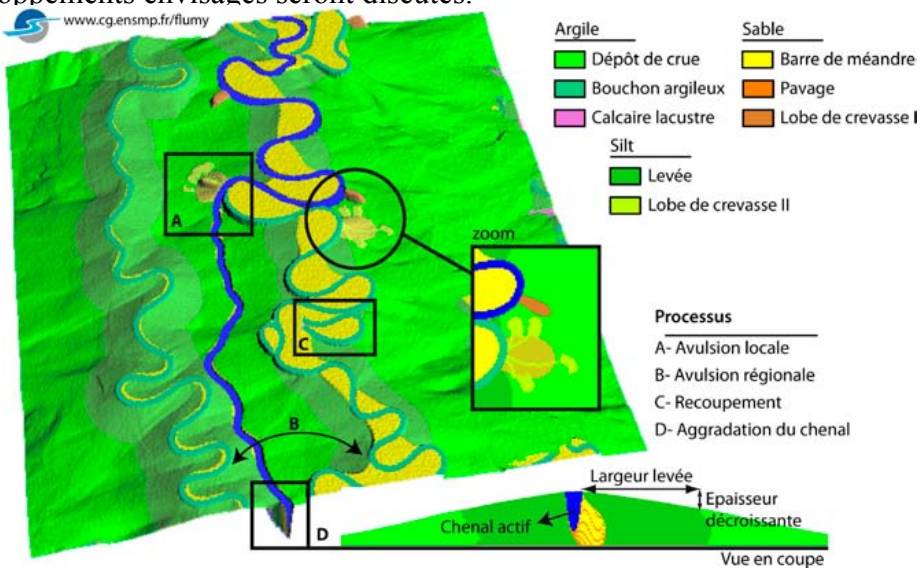



*Figure 1 - Processus et faciès de plaine alluviale modélisés par FLUMY*

# RECONSTITUTION SÉDIMENTOLOGIQUE DES EXTRÊMES HYDROLOGIQUES AU COURS DES DERNIERS MILLÉNAIRES DANS LES ALPES FRANÇAISES. RELATIONS AVEC LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES.

Bruno WILHELM[1,@], Fabien ARNAUD[1], Pierre SABATIER[1],
Christian CROUZET[2], Jean-Jacques DELANNOY[1]

(1) Laboratoire Environnement Dynamique et Territoire de Montagne, Université de Savoie, CNRS, Pôle Montagne, 73376 Le Bourget du Lac, France
(2) ISTerreUniversité de Savoie, CNRS, bâtiment Belledonne, 73376 Le Bourget du Lac, France
(@) Bruno.Wilhelm@univ-savoie.fr

Aujourd'hui une augmentation de l'intensité des extrêmes hydrologiques est attendue avec le réchauffement global. Cependant le manque d'observations des phénomènes torrentiels et de mesures directes des précipitations en altitude sur le temps long ne permet pas d'étayer cette théorie. L'objectif de cette étude est de reconstituer l'évolution de la fréquence et de l'intensité des crues passées, à partir de l'étude de séquences sédimentaires de lacs d'altitude des Alpes Françaises. Afin d'être en mesure d'évaluer le rôle de la température sur l'activité torrentielle, notre étude se focalise sur les derniers millénaires qui ont connu des périodes climatiques contrastées ; période chaude de l'Optimum Médiéval (OM), période froide du Petit Age Glaciaire (PAG) et réchauffement global actuel. Les sites d'étude ont été sélectionnés selon un transect nord-sud pour évaluer la variabilité régionale de l'activité torrentielle en réponse aux changements climatiques.

Ce travail repose sur des analyses sédimentologiques et géochimiques à haute résolution qui ont permis (i) de identifier les dépôts de crue, (ii) de les distinguer de dépôts similaires issus de remaniements gravitaires et (iii) de déterminer un marqueur fiable de l'intensité des événements. D'autre part plusieurs méthodes de datation ont été combinées dans l'objectif de diminuer les incertitudes des modèles d'âge.

La fréquence de crue à l'échelle pluri-séculaire apparaît en augmentation sur l'ensemble des Alpes Françaises au cours de la période froide du PAG. Cependant à l'échelle pluri-décennale la fréquence de crue évolue différemment entre le nord et le sud des Alpes. Les maxima de fréquence apparaissent au cours de périodes chaudes dans les Alpes du nord, alors que les maxima dans les Alpes du sud semblent correspondre à des phases négatives de l'Oscillation Nord-Atlantique. De plus les événements de crue extrême se produisent au cours des périodes les plus chaudes dans les Alpes du nord alors qu'ils apparaissent au cours du PAG dans les Alpes du Sud. Ces résultats suggèrent donc une régionalisation des effets du réchauffement global sur les crues extrêmes et les précipitations intenses. Les différences régionales sont attribuées à des processus hydro-météorologiques à l'origine des événements de précipitations intenses différents dans chacune des régions. Par comparaison avec la période chaude médiévale, une diminution généralisée de la fréquence des événements pourrait être attendue sur l'ensemble des Alpes françaises dans les décennies à venir. Cette diminution de la fréquence pourrait cependant s'accompagner d'une augmentation marquée de l'intensité des événements dans les Alpes du nord.

# SEDIMENT ARCHIVE OF LAKE VENS (SW EUROPEAN ALPS, FRANCE) AS A RECORD OF LARGE MAGNITUDE EARTHQUAKES

Bruno WILHELM[(1)], Jade PETERSEN[(1,2)], Marie REVEL[(1)], Yann ROLLAND[(1)], Christian CROUZET[(3)], Fabien ARNAUD[(4)], Olivier MAGAND [(5)]

(1) Geoazur, Valbonne-Sophia Antipolis, France
(2) CEREGE, Centre Européen de Recherche et d'enseignement, Université d'Aix Marseille III
(3) ISTerre Université de Savoie, CNRS, bâtiment Belledonne, 73376 Le Bourget du Lac, France
(4) Laboratoire Environnement Dynamique et Territoire de Montagne, Université de Savoie, CNRS, Pôle Montagne, 73376 Le Bourget du Lac, France
(5) LGGE, Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement, UJF – Grenoble 1 / CNRS, Grenoble, F-38041, France
(@) wilhelm_bruno@yahoo.fr

A multi-proxy study was conducted to test the paleoseismic archive potential of lake sediments in the particularly earthquake sensitive area of the SW Alps (Tinée Valley, Lake Vens, 2331 m). The historical earthquake catalogue shows that moderate to strong earthquakes with intensities of IX-X have impacted the Southern Alps during the last millennium. Sedimentological (X-Ray images, grain-size distribution), geochemical (major and TOC %) and magnetic (anisotropy of magnetic susceptibility) analyses show that the Lake Vens sediments consist of a terrigenous silty material sourced from the watershed (minerals and organic matter) and of diatom silica-rich frustules. In addition, the combination of X-ray images, grain size distribution, major elements and anisotropy of magnetic susceptibility shows the presence of six homogenite-type deposits interbedded in the sedimentary background. The sedimentological features of these deposits are ascribed by several authors to sediment reworking and grain sorting by seiche phenomena due to strong earthquakes. The presence of microfaults cross-cutting the sediment strengthens the hypothesis of co-seismic deposits in this system. The chronology is provided by $^{210}$Pb measurement and five AMS $^{14}$C ages. According to this chronology, the two most recent homogenite events could be attributed to the most damaging historic events dated at AD 1887 and AD 1564 AD. Hence, the Lake Vens sediment record appears suitable to record large magnitude earthquakes and permits to estimate the recurrence time of such large events in the region at ~420 years.

# PROCESSUS DE REMISE EN MOUVEMENT D'UNE BARRE ALLUVIALE DANS UNE RIVIERE SABLO-GRAVELEUSE

Coraline WINTENBERGER(1), Stéphane RODRIGUES(1), Jean-Gabriel BREHERET(1), Philippe JUGÉ(2), Marc VILLAR(3)

(1) E.A 6293 GéHCO - GéoHydrosytèmes Continentaux, Faculté des Sciences et Techniques Université François Rabelais, Parc de Grandmont, 37200 Tours
(2) CETU Elmis Ingénieries, Université François Rabelais, 11 quai Danton 37500 Chinon
(3) INRA-Centre d'Orléans UR0588 Amélioration, Génétique et Physiologie Forestières, 2163 Avenue de la Pomme de Pin CS 40001 Ardon F-45075 ORLEANS
(@) coraline.wintenberger@etu.univ-tours.fr

La Loire moyenne arbore un style à chenaux multiples caractérisé par la présence de chenaux secondaires et barres sédimentaires influencés par les activités humaines. Elles ont pour effet l'accélération du processus naturel d'incision, la déconnexion des annexes hydrauliques et leur végétalisation. La fixation par les végétaux d'une partie du stock alluvial entretient cette tendance. Afin d'enrayer l'incision du chenal principal, des travaux sont entrepris pour permettre la remobilisation des sédiments en crue. Les processus de remobilisation des barres sédimentaires, après travaux, sont mal connus et justifient la conduite d'investigations de terrain. La présente étude s'attache à comprendre la remobilisation sédimentaire, suite à des travaux, d'une barre de centre de chenal (2 ha), localisée à l'aval d'Orléans.

Deux levés topographiques de 0,2 points/m² (pré- et post-crue) ont permis de connaître l'évolution morphologique du site. Des sédiments localisés au droit de chaînes d'érosion ont fait l'objet d'analyses granulométriques. Seize campagnes de mesures combinant bathymétrie mono- et multi-faisceaux, courantométrie et prélèvements de sédiments ont été réalisées en crue. L'épaisseur du remplissage et la structure interne de la barre ont été mesurées avec un géo-radar (GPR).

La morphologie pré-crue, héritée des travaux, se caractérise par une topographie en sillon. Les sédiments sablo-graveleux sont mal triés ($D_{50}$ = [0,5-17,8] mm ; $D_{90}$ = [1,3-54,4] mm). Les données bathymétriques à haute résolution temporelle attestent une remobilisation effective dès la première crue après travaux ($H_{eau}$ = [0,6-1] m). Les processus de mise en mouvement s'observent à l'échelle de la barre (macro-forme) et des méso-formes (dunes).

L'amplitude et la fréquence des crues modulent la morphologie de la barre. Un étalement longitudinal de la barre et une déformation de l'angle du front de progradation sont perceptibles. L'avancée du front s'observe en montée de crue et en décrue, son recul uniquement à la décrue. A l'aval, l'altitude de la barre varie sur 1 m de hauteur en raison de la migration de dunes superposées qui sont absentes à l'amont. Les dunes s'observent pour des débits de 400-2000 $m^3.s^{-1}$ sur un linéaire amont-aval évoluant au gré des épisodes hydrologiques. La taille des dunes, calculée avec le *Bedform Tracking Tool* (Van der Mark *et al.*, 2008), varie en hauteur ($H_D$ = [0,1-0,8] m) et en longueur ($L_D$ = [0,6-8] m). Le *steepness* ($H_D/L_D$) des dunes, à l'équilibre pour une valeur supérieure à 0,06 (Carling, 2000), est compris entre 0,05 et 0,16. Les taux de charriage calculés à partir du *dune tracking* (Simons *et al.*, 1965) et la résistance associée aux dunes permettent de révéler l'éventuelle présence d'hystérèse du transport solide.

Carling PA, Gölz E, Orr HG, Radecki-Pawlik A. 2000. *The morphodynamics of fluvial sand dunes in the River Rhine, near Mainz, Germany*. I. Sedimentology and morphology. Sedimentology, 47: 227-252.
Simons, D.B., Richardson, E.V., Nordine, C.F. 1965. *Bedload equation for ripples and dunes*, US Geological Survey Professional Paper 462-H.
Van Der Mark CF, Blom A, Hulscher SJMH. 2008. *Quantification of variability in bedform geometry*. J. Geophys. Res. 113: F03020.

# APPORTS DES DONNEES ORGANIQUES ET ARGILEUSES DU PALEOGENE DES ILES DE NOUVELLE SIBERIE POUR LA RECONSTITUTION DES PALEOENVIRONNEMENTS ET PALEOCLIMATS DE L'ARCTIQUE SIBERIEN

Daichi YOON[(1)], Johann SCHNYDER[(1,@)], Guillaume SUAN[(2)], François BAUDIN[(1)], Speranta-Maria POPESCU [(3)], Jean-Pierre SUC[(1)] & Loic LABROUSSE[(1)]

(1) UPMC-Univ. Paris 06, ISTeP, case 117, 4 Place Jussieu 75252 Paris Cedex 05
(2) UMR CNRS 5276 LGLTPE Université Lyon 1, Campus de la Doua, 69622 Villeurbanne Cedex
(3) GeoBioStratData.Consulting 385 Route du Mas Rillier, 69140 Rillieux la Pape
(@) johann.schnyder@upmc.fr

Le début du Paléogène est ponctué d'épisodes de changements climatiques majeurs et abrupts (PETM, ETM2, …) qui sont surtout bien documentés aux basses et moyennes latitudes. La connaissance des paléoenvironnements et des paléoclimats de cet intervalle est notamment très fragmentaire en Arctique. Dans ce contexte, l'expédition « NSI Geological Excursion 2011 » menée dans les Iles de Nouvelle Sibérie a ouvert la voie à l'étude des séries sédimentaires d'âge paléogène des îles de Belkovsky et de Faddeevsky. Ces deux séries sont caractérisées par une sédimentation argilo-silteuse exposant de nombreux lits de charbon riches en ambre.

La caractérisation du contenu organique (pyrolyse Rock-Eval, $\delta^{13}C_{org}$, palynofaciès et flore pollinique) de ces deux coupes a permis de montrer qu'elles possèdent un contenu organique continental (Type III) très bien préservé et immature (Tmax < 435°C) avec une production de matière organique de plantes en C3 et d'algues lacustres particulièrement importante dans les lits charbonneux. La minéralogie des sédiments, étudiée par diffraction des rayons X sur la roche totale ainsi que sur les minéraux argileux (fraction inférieure à deux microns), montre dans les deux coupes des proportions élevées de quartz (roche totale) ainsi que d'illite dans les cortèges argileux. Les niveaux charbonneux sont tout particulièrement associés à une augmentation de la proportion de kaolinite (jusque 60%), suggérant des périodes climatiques chaudes et humides.

Ces environnements correspondaient à des zones de marécages-tourbières littoraux à Taxodiaceae bordées de reliefs élevés (attestés par l'abondance de conifères microthermes) fournissant le matériel détritique (Chaîne de Verkhoïansk et craton sibérien) et soumises à l'influence de l'évolution du système deltaïque de la paléo-Lena en zone arctique au Paléogène. La flore pollinique suggère, sur la base de la différence climatique très marquée entre les deux coupes, un enregistrement sédimentaire d'âge paléocène pour la série de Belkovsky et d'âge éocène inférieur pour la série de Faddeevsky. Enfin, les résultats de ces enregistrements sédimentaires convergent vers des conditions climatiques de dépôt tempérées pour les séries argilo-silteuses et subtropicales pour les séries de charbon, ainsi que des conditions climatiques plus chaudes et humides à Faddeevsky à l'Eocène inférieur qu'à Belkovsky au Paléocène.

# LES VARIATIONS CLIMATIQUES HOLOCÈNES DU SAHARA À TRAVERS L'ÉVOLUTION DU PALÉO-LAC DE LA CUVETTE DE OUARGLA EN ALGÉRIE.

Fouzia YOUCEF[(1)], Belhadj HAMDI-AÏSSA[(1,@)], Farid SELLAMI[(2)] Frédéric PRODEO[(2)]

(1)Université Kasdi Merbah Ouargla, Laboratoire de Biogéochimie des Milieux Désertiques, Faculté des Sciences et de la Nature et de la Vie, Ouargla 30000, Algérie
(2)INRAP, GSO, Pôle mixte de recherche du château de Campagne, 24260 Campagne, France
(@) hamdi_30@yahoo.fr

Le milieu désertique actuel du Sahara est le résultat d'une évolution contrastée au cours du Pléistocène final et de l'Holocène. Cette évolution est finement enregistrée dans le fond des paléo-lacs qui étaient largement plus développés à l'emplacement des oasis actuelles qui en sont l'aboutissement. Ces milieux humides ont été des points attractifs pour l'installation des sociétés du passé qui ont laissé des témoins de leur présence et de l'anthropisation du sol depuis la Préhistoire.

La cuvette d'Ouargla au Nord du Sahara en Algérie, développée dans la vallée de l'oued Mya, s'illustre par une topographie dépressionnaire sur plus de 10 km.

Les aménagements modernes liés à l'urbanisation ont permis la réalisation de sondages et l'observation de coupes stratigraphiques qui ont révélé une bonne partie de la séquence holocène. Elle se compose d'une alternance contrastée de couches argilo-tourbeuses et de niveaux sableux homogènes plus ou moins hydromophes montrant un paysage lacustre nettement différent du milieu aride actuel. Ces couches reflètent la succession de phases humides et de périodes arides marquant la déflation éolienne de la surface du sol. L'évolution excentrique de l'épaisseur de la couche tourbeuse de 1,2 m à 5 cm a permis de circonscrire la zone humide et de localiser les berges et ce qu'elles peuvent comporter en termes de traces anthropiques. Bien qu'aujourd'hui recouverte par des dunes sableuses, la berge Sud-est est marquée par la construction de la ville médiévale de Sedrata qui a fait l'objet de fouilles archéologiques à la fin du XVIII$^{ème}$ siècle par M. Van Berchem. Les bases des constructions, dont l'organisation architecturale est encore parfaitement conservée et visible sur le terrain, montrent que la quasi-totalité des matériaux de construction provient des croutes gypseuses locales. Leur épaisseur d'environ 20 cm indique que leur formation a eu lieu sous un climat nettement plus humide que l'actuel. Les revêtements argileux autours des sables et les différentes formes de cristallisation du gypse et des variations de sa composition géochimique convergent également pour montrer ces variations très contrastées du milieu naturel durant l'holocène. La corrélation des évènements majeurs peut faire le lien avec les changements climatiques autour du bassin méditerranéen, voire avec ceux identifiés en Europe de l'ouest.

# RECONSTITUTION PALEO-ENVIRONNEMENTALE DES SEDIMENTS DE PALEOLACS HOLOCENES DU NORD SAHARA (CUVETTE DE OUARGLA, ALGERIE) : APPROACHES MICROMORPHOLOGIQUE ET GEOCHIMIQUE

Fouzia YOUCEF(1) et Baelhadj HAMDI-AÏSSA(1,@)

(1) Université Kasdi Merbah Ouargla, Laboratoire de Biogéochimie des Milieux Désertiques, Faculté des Sciences et de la Nature et de la Vie, Ouargla 30000, Algérie
(@) hamdi_30@yahoo.fr

Au désert du Sahara les conditions d'aridité actuelle lui confèrent une grande importance quant à la reconstitution des changements environnementaux passés. L'étude des matériaux pédo-sédimentaires anciens « géo-archive » fournit des informations pour l'enregistrement des changements paléo-environnementaux. Le présent travail a comme objectif l'étude micromorphologique et géochimique du matériau pédo-sédimentaire des paleolacs Holocènes de la cuvette de Ouargla (Sahara algérien) en vu de montrer leur utilité comme outil de reconstitution « proxy » du paléo-environnement.

Les investigations ont été réalisées dans plusieurs sites dans les Sebkhas de Mellala et de Ouargla (de 31°54' à 32°10' N et de 5°15' à 5°27' E). L'étude morphologique des profils et des coupes (Yardang) sur terrain a été poursuivie par une caractérisation analytique au laboratoire. Les échantillons de sol non perturbés ont permis la réalisation des lames minces pour l'étude micromorphologique.

Les résultats obtenus montrent que les formations pédo-sédimentaires étudiées conservent des traits pédologiques qui témoignent d'un fonctionnement passé et reflètent les fluctuations des conditions paléo-environnementales. Ces traits sont en partie identifiés sur le terrain, mais étudiés plus en détail au laboratoire à travers la micromorphologie. A ce niveau d'observation l'accent a été mis surtout sur la description des traits cristallins et texturaux.

La formation des niveaux calcaires étudiées ont une origine lacustre où les précipitations étaient importantes. Les micrites et microsparites de nappes ont aggradé dans ces régions pendant plusieurs épisodes quand les sols ont été saturés en eau de faible charge ionique. Ceci peut traduire un apport élevé d'eaux douces et une évaporation limitée. Une telle aggradation de la calcite exige une haute pCO2, ce qui implique une végétation abondante et une importante activité biologique dans le sol.

Les niveaux gypseux (i.e. horizons gypsiques et pétrogypsiques) très répandus dans la sebkha de Ouargla, résultent généralement d'une altération post-dépositionnelle. Les trais cristallins gypseux sont formés à partir d'eau souterraine saturée en ions $Ca^{2+}$ et $SO_4^{2-}$. Ils offrent une grande diversité des micro-assemblages qui implique un scénario de hiérarchisations des épisodes d'aggradation et de dégradation de gypse, interrompus par des événements d'érosion hydro-éolienne. L'abondance des pseudomorphoses de gypse par la calcite dans certains horizons donne à ces derniers une échelle de fonctionnement temporel encore beaucoup plus large. Les pseudomorphoses indiquent un changement notable des conditions hydrologiques et géochimiques.

Les revêtements d'argile autour des grains de quartz indiquent une origine plus ancienne (hérités). La couches noires et grises observes dans les coupes indiquent l'évolution de la matière organique à une période plus humide.

La comparaison entre ces paléolacs et ceux d'autres régions sahariennes avoisinantes nous a permis de l'attribuer à une période d'activité probable entre 10000 et 4000 ans BP.

# ESTIMATION OF SPATIAL TREND AND UNCERTAINTY OF CLAY CONTENT IN THE CALLOVIAN-OXFORDIAN CLAY FORMATION FROM A 3D HIGH RESOLUTION IMPEDANCE CUBE

Béatrice YVEN[(1,@)], Jean-Baptiste MATHIEU[(2)], Michel GARCIA[(2)]

(1) Andra, 1/7 rue Jean Monnet, 92298 Châtenay-Malabry cedex, France
(2) KIDOVA, 155, avenue R. Salengro, 92370 Chaville, France
(@) beatrice.yven@andra.fr

The French National Radioactive Waste Management Agency (Andra) studies the Callovian-Oxfordian clay formation (COX) as potential host rock for a deep geological repository of radioactive waste. The clay content is the key parameter that controls the porosity, the texture as well as the main thermo-hydro-mechanical-chemical properties of the rocks. Until now, only the vertical variability of claystone parameters and properties has been thoroughly studied from available well and core data. The 3D characterization and modelling of rock properties is essential, however, to perform safety assessment of the repository and its geological environment, based on numerical simulations of expected flow, transport, mechanical and thermal phenomena.

This paper presents the methodology and the results that were obtained to estimate the clay content of the COX formation and the associated uncertainty from the available 40 $km^2$ 3D seismic impedance cube that covers the potential location of a future repository. The particularity of this study is that no well, hence no rock data, are available within the zone where the clay content must be estimated. Relationships can be established, however, between the seismic impedances (P-waves and S-waves) and the clay content from faraway wells where both types of data are present.

The devised methodology addresses the following aspects:

1. Change of support issues to relate large scale seismic impedance data to small scale clay content data.
2. Multivariate statistical analysis issues to derive and extrapolate a “geophysical” estimate of the clay content from the 3D seismic impedance.
3. Bivariate statistical issues to infer and extrapolate a bivariate distribution model that fully and properly describes the non linear relationship between the “geophysical” estimate and the clay content. To do so, an innovative regression-based bivariate histogram smoothing method developed by KIDOVA was used.
4. Uncertainty estimation issues to quantify local uncertainty about clay content from previous bivariate distribution model.

# CONTRIBUTION OF SEISMIC AND ACOUSTIC METHODS TO GEOLOGICAL MODEL BUILDING AND PERMEABLE ZONES PREDICTION

Béatrice YVEN[1,@], Jean-Luc MARI[2], Michel HAYET[3]

(1) Andra, 1/7 rue Jean Monnet, 92298 Châtenay-Malabry cedex, France
(2) IFP Énergies nouvelles, IFP school, 1-4 avenue de Bois-Préau, 92852 Rueil-Malmaison, France
(3) Andra, Centre de Meuse/Haute-Marne, CP9, 55290 Bure, France
(@) beatrice.yven@andra.fr

3D seismic blocks and logging data, mainly acoustic and density logs, are often used for geological model building in time. The geological model must be then converted from time to depth. We present a methodology for estimating density and velocity distributions in depth, which are consistent with the depth conversion (using the Bayesian Kriging method) of seismic horizons and acoustic impedance distribution in time. We show how the density seismic sections (Figure 1, left) are used to detect shaly layers (Figure 1, middle).

Following the work of Mari and Guillemot (2012), we describe the procedure used to compute seismic attributes from High Resolution 3D seismic survey, which contributes both to detect the permeable or impermeable bodies and to visualise their distribution in 3D. In seismics, the processing is done in order to measure 4 parameters linked to a formation permeability indicator (Ik-Seis factor ranging from 0 (low permeable bodies) to 1 (high permeable bodies): P-wave frequency, attenuation, porosity and specific surface. The analytic signal is used to compute the instantaneous frequency and attenuation (Q factor). The porosity and specific surface are computed from seismic impedances obtained by elastic inversion of the migrated seismic sections.

The dataset comes from a 3D seismic survey recorded at the boundary of the Meuse and Haute-Marne departments (east of Paris Basin) in the vicinity of the Andra Research Laboratory (French National Radioactive Waste Management Agency). Both density and Ik-Seis sections in depth (Figure 1, right and left) are used to evaluate the spatial variability of the sedimentary series. The Ik-Seis sections have confirmed that Callovian-Oxfordian claystones formation has a very low permeability with porous and permeable zones within the Middle and Upper Jurassic shallow-marine carbonate formations.

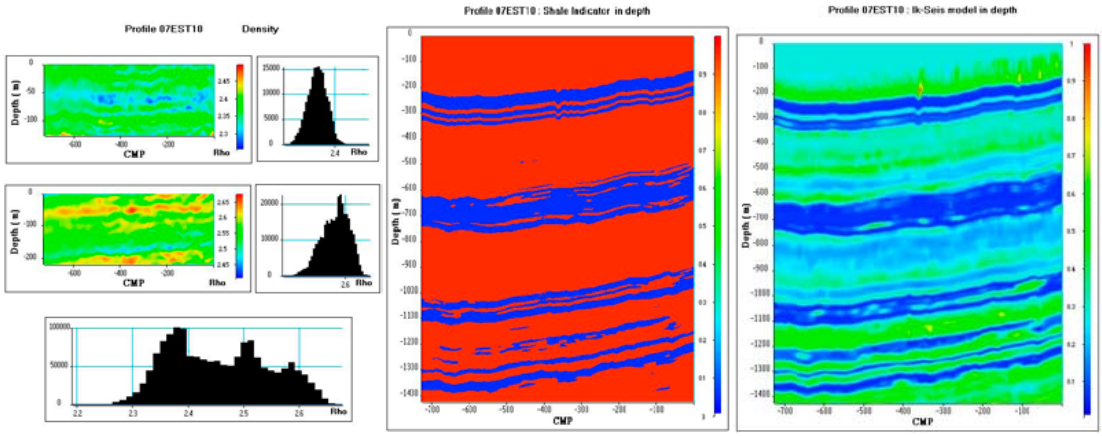



*Figure 1: Density distribution, Shale indicator and Ik-Seis sections in depth*

Mari J.L, Guillemot D., Detection of porous and permeable formations: from laboratory measurements to seismic measurements, Oil & Gas Science and Technology _Rev. IFP Energies nouvelles, 2012, DOI: 10.2516/ogst/2012209.

# MACROPORES ZONES CONCEPTUALISATION USING SEDIMENTOLOGICAL AND PETROPHYSICAL MODELLING APPROACHES: IMPLICATION ON GROUNDWATER FLOW AT RADWASTE GEOLOGICAL REPOSITORY SITE OF THE MEUSE/HAUTE-MARNE SECTOR

Béatrice YVEN[1,@], Hakim BENABDERRAHMANE [1], Benoit VINCENT[2]

(1) Andra, 1/7 rue Jean Monnet, 92298 Châtenay-Malabry cedex, France
(2) Cambridge Carbonate Ltd, 1 rue de Varoux, 21120 Marey-sur-Tille, France
(@) beatrice.yven@andra.fr

The French National Agency for Nuclear Waste Management (Andra) has conducted investigation and modelling programs within the project of a deep geological disposal of radioactive waste in the Meuse/ Haute-Marne region. The potential host formation for the French high and intermediate level and long lived radioactive waste is a thick Callovian-Oxfordian clay formation. An integrated multi-scale hydrogeological conceptual model of the Paris basin and the Meuse/Haute-Marne sector was developed to study the groundwater flow and solute transport behaviour in the multi-layered aquifer system formed by this clay formation and the bounding Middle Jurassic and Oxfordian limestone. The latter Oxfordian aquifer, located above the Callovian-Oxfordian claystone, contains porous horizons (HPs) (macropores zones) that produce water and structure the flow and transport pathways. The characterization and conceptualisation of these porous horizons are of importance for: (i) understanding the ground water flow behaviour, (ii) predicting the impact of the repository construction/exploitation, and (iii) assessing the post-closure performance and safety.

The objective of the paper is to present the sedimentological and the petrophysical modelling approaches which lead to define the volumes and the distribution of these porous horizons, and the way they were integrated into the multi-layered aquifer model of the Meuse/Haute-Marne sector. Based on wireline logs recorded in 30 wells, a detailed sedimentological and stratigraphic study of the architecture of the Middle Jurassic to Upper Jurassic has been done. The 3D geological model was built from seismic data interpretation and isochore maps generated from the well stratigraphic picks. The model grid is constrained by the faults geometry and the smallest thickness of the layer considered. Facies and petrophysical models were developed by the use of the Petrel® software. The facies were populated into the model according the regional geological knowledge and using the 'Truncated Gaussian with trends" algorithm, designed to model large scale ordered facies progradation and retrogradation. The stochastic model of the porosity and the permeability based on Gaussian random function produces a high resolution discrete distribution of these parameters. The cutoff at the porosity threshold value (13%) allowed determining the macropores volumes or the 3D extension of the porous horizons (Hp1-4, Hp5, Hp6 and Hp7) and developing a hydrogeological concept of the Oxfordian limestone aquifer.

The resulting concept was integrated into the local flow model to reproduce the transient flow induced by the Bure Underground Research Laboratory operations and to predict the hydraulic impact of underground structures of the future radwaste repository.

# EVOLUTION DES PALÉOENVIRONNEMENTS HOLOCÈNES À L'EMPLACEMENT DE LA CÔTE SUD DE LA SKHIRA (GOLFE DE GABÈS, TUNISIE) : DYNAMIQUE SÉDIMENTAIRE ET ÉVÉNEMENTS EXTRÊMES ASSOCIÉES.

Chahira ZAÎBI[1,@], Fekri KAMOUN[1] et Pierre CARBONEL[2]

(1) Université de Sfax, Faculté des Sciences de Sfax, Département des Sciences de la Terre, Route de Sokra, Km 3, 3018 Sfax, Tunisie.
(2) 16, rue de Mégret, F-33400 Talence (France)
(@) chahiraz24@voila.fr

L'étude quantitative et qualitative des sédiments, et de la faune associée, recoupés par les carottes, implantées au niveau du complexe paralique El – Guettiate / Dreiâa, nous a permis de reconstituer les paléoenvironnements holocènes de la dynamique sédimentaire et des événements extrêmes associés à l'emplacement de la côte sud de la Skhira. L'étude sédimentologique a intéressé essentiellement la description des différents faciès sédimentaires recoupés, le comptage et l'étude morphoscopique des grains de quartz présents dans la fraction supérieure à 150µm. La variation de la richesse en grains de quartz des différents faciès traduit l'exposition du milieu aux apports continentaux, marins et littoraux. La morphoscopie des grains nous informe alors sur la proximité de leur source et leur mode de transport. Cette étude a été couplée à une analyse micropaléontologique de haute résolution, en se basant sur les caractères écologiques des espèces inventoriées. Ces différentes approches traduisent les différents stades d'ouverture/fermeture du milieu et les forçages responsables. Ainsi, la frange littorale de la Skhira sud s'est de plus en plus isolée par rapport à la mer ouverte en passant par les phases suivantes :

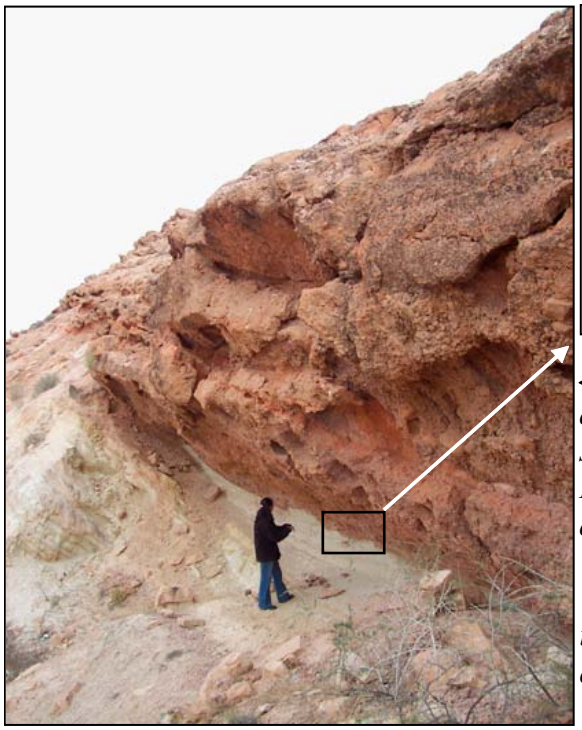
**1**) **Aux alentours de ca. 7460 ans B.P**, s'installe une lagune ouverte, à fort hydrodynamisme, où se déposent, en premier lieu, des sables fins riches en mollusques lagunaires et des ostracodes marins, traduisant le premier événement transgressif holocène sur les argiles continentales holocènes; **2) entre ca. 7460 et 6470 ans BP**, cette phase se distingue par le dépôt des vases sableuses riches en mollusques lagunaires et en ostracodes saumâtres. Ces paramètres corroborent l'installation d'un milieu lagunaire ouvert estuarien soumis aux influences continentales et aux apports des eaux douces traduisant une intensification de l'humidité atmosphérique; **3) entre ca. 6470 et 3055 ans B.P**, l'environnement lagunaire ouvert estuarien persiste permettant le dépôt de sables moyens gris riches en bioclastes. Les apports fluviatiles continuent à enrichir le littoral en sable quartzeux. Les courants de dérive littorale, édifiant des cordons sableux, seraient responsables de l'individualisation de la sebkha El-Guettiate vers **5408 ans B.P.** Cette dernière enregistre le premier dépôt de haute énergie « washover », représenté par un faciès bioclastique. **4) entre ca 3055 et 2875 ans B.P**, le développement des ostracodes côtiers, et les sables grossiers coquillers indiquent l'installation d'un milieu marin ouvert au niveau de la Dreîaa traduisant une élévation relative du niveau marin ; **5) Entre ca. 2875 et 665 ans B.P**, émerge la Dreîaa Sud et la sédimentation continue au niveau de la Dreîaa Nord où un milieu laguno-saumâtre à influence estuarienne persiste permettant le dépôt de sables fins gris à intercalations de niveaux à végétaux. Des courants de dérive auraient induit la genèse de cordons littoraux favorisant l'individualisation et l'émersion de la Dreîaa Sud et la fermeture de la Dreîaa Nord. **6) Vers ca. 665 ans B.P**, l'environnement laguno-saumâtre à influence estuarienne au niveau de la Dreîaa Nord recevra un dépôt de haute énergie « washover », sédimentation détritique grossière constituée essentiellement de grains de quartz et riche en mollusques marins et lagunaires, suite à un évènement climatique extrême. Situé à la limite entre l'optimum climatique médiéval et le petit âge glaciaire (PAG), cet événement climatique extrême peut correspondre à l'une des fréquentes tempêtes du PAG. 7) **A partir de 665 ans B.P** la Dreîaa Nord évoluera vers la sebkha actuelle.

# SIGNIFICATIONS TECTONIQUE ET CLIMATIQUE DES CONGLOMERATS CONIACIENS DE LA CHAINE NORD DES CHOTTS (SUD DE LA TUNISIE)

Fouad ZARGOUNI[(1)], Amna KHILA[(1)] & Mohamed OUAJA[(2)]

(1) Université Tunis el Manar, Faculté des Sciences de Tunis 2092 - Tunisie
(2) Université de Gabès , Faculté des Sciences de Gabès 6032 - Tunisie
(@) Fouadzargouni@yahoo.fr

La continuité latérale des carbonates et évaporites de la Formation Zebbag et leur vaste extension dans le centre et le sud de la Tunisie, témoignent de la nature homogène et de la grande platitude du plancher sédimentaire sur lequel a eu lieu, à partir de l'Albien supérieur et du Cénomanien, l'une des plus importantes transgressions des temps mésozoïques. Les faciès des dépôts et leur organisation séquentielle indiquent une sédimentation dans une mer pelliculaire soumise à un climat chaud et aride et subissant les influences des phénomènes orbitaux. Ce paysage sédimentaire, remarquablement monotone, a connu dès le début du Turonien d'importantes modifications en relation avec le morcellement du substratum par le jeu de failles subméridiennes et est-ouest et l'apparition de nombreux horsts et grabens. Ces derniers se sont particulièrement manifestés au sud-est de la Tunisie au croisement du grand Accident Sud-Atlasiques et de l'Axe Nord-Sud qui bordent la plateforme atlasique. Des variations spectaculaires de faciès et d'épaisseur sont signalées dans le registre sédimentaire turonien et coniacien et de nombreux corps conglomératiques, correspondant à des fans deltas se sont développés aux pieds des falaises et ont occupé des paléotorrents. L'importance des lacunes stratigraphiques à la base de ces corps conglomératiques, leur taille et leur granulométrie matérialisent l'ampleur des phénomènes d'érosion ayant affectés les massifs rocheux qui ont émergé suite à ces manifestations tectoniques. Sans le concours de conditions climatiques favorables, il n'aurait pas été possible d'éroder et de déplacer une aussi importante masse de dépôts de nature essentiellement carbonatée et couvrant l'intervalle de temps Aptien-Turonien.



← *Le conglomérat de base de fan delta coniacien ravinant les sables barrémiens à Jebel Zemlet El Beidha à l'extrémité orientale de la Chaîne Nord des Chotts.*

↑ *Détail montrant le caractère immature et le mauvais classement de ce conglomérat*

# LES STÉROLS ET LES ACIDES BILIAIRES DANS LES GÉO-ARCHIVES : OUTILS PERTINENTS POUR LES ÉTUDES ARCHÉOLOGIQUES ?

Renata ZOCATELLI[(1,@)], Jean-Robert DISNAR[(1)], Jérémy JACOB[(1)], Claude LE MILBEAU[(1)]

(1) Université d'Orléans CNRS/INSU, ISTO, BRGM, UMR 7327, 45071 Orléans, France.
(@) renata.zocatelli@cnrs-orleans.fr

Le contrôle de l'agriculture et la domestication des animaux ont toujours été des éléments essentiels au développement des sociétés humaines. Après avoir domestiqué différents animaux, les sociétés anciennes ont développé des techniques telles que la fumure pour améliorer les rendements de culture. Si de nombreuses preuves d'élevage sont largement décrites dans des archives archéologiques (ex. coprolithes, sphérolites), il existe peu de preuves de ces pratiques hors contexte archéologique, exceptés quelques exemples trouvés dans des sols récents[1],[2]. L'objectif de cette étude est d'évaluer le potentiel des biomarqueurs moléculaires fécaux conservés dans les sols et sédiments pour révéler spatialement (à l'échelle du bassin versant) les stratégies d'utilisation des terres (bâtiments, élevage et fumure) dans l'Antiquité. Pour cela, nous avons analysé plusieurs biomarqueurs fécaux (stérols et acides biliaires) sur des échantillons de référence : fèces d'animaux (humain, vache, cheval, porc et mouton), remplissage d'une fosse septique (début du 19ème siècle) et sols sur pâturages et forêts. Ensuite, des échantillons archéologiques ont été analysés: (i) dans sols cultivés pour le millet autrefois, (ii) du fumier au Lac du Bourget et d'une carotte sédimentaire datés de l'âge du bronze (iii) des strates récupérées lors d'une fouille des bâtiments médiévaux (15ème siècle, Orléans). Les stérols et les acides biliaires ont été isolés[3], silylés et analysés par chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse. Les composés suivants ont été identifiés : Le coprostanol (Cp), le méthyl-coprostanol (mCp), l'éthyl-coprostanol (eCp), l'acide lithocholique (LC), l'acide deoxycholique (DOC), l'acide cholique (C), l'acide chénodeoxycholique (CDOC), l'acide hyodeoxycholique (HDOC), l'acide ursodeoxycholique (UDOC) et l'acide 3α-hydroxy-12-oxo-5β-cholanoïque (oxoDOC). Les échantillons de référence ont été caractérisés à partir de leurs empreintes en acides biliaires et des rapports entre stérols. Ensuite, à partir de l'identification et quantification des biomarqueurs fécaux dans les échantillons archéologiques (i, ii et iii) et il été possible de distinguer des empreintes de biomarqueurs fécaux des omnivores, des herbivores et des empreintes mixtes dans un même l'échantillon. L'échantillon provenant du fumier archéologique de l'âge du Bronze contient un mélange de stérols et acides biliaires d'origine humaine et d'élevage. Egalement, les biomarqueurs fécaux détectés dans sols cultivés pour le millet autrefois autour du Lac du Bourget pourraient témoigner des anciennes pratiques d'épandage (mCp, eCp et DOC). Des teneurs élevées en coprostanols (Cp et eCp) et des acides biliaires (LC, DOC et C) dans les sédiments d'une cité lacustre à la rive du Lac du Bourget (Chatillon) mettent en évidence la co-occurrence des animaux dans la même zone. Analyse des matières fécales provenant d'un bâtiment médiéval à Orléans a révélé que l'occupation humaine (Cp, LC, DOC, CDOC, C et oxoDOC). Cette étude montre que les biomarqueurs fécaux sont efficaces et peuvent être complémentaires aux approches archéologiques classiques utilisés pour fournir des informations sur l'utilisation de l'espace dans les zones habitées par les humains. Ces résultats mettant en évidence que les biomarqueurs fécaux pourraient compléter et apporter de nouveaux éléments pour déterminer comment les sociétés humaines ont façonné leur environnement à travers les temps.

1 Bull et al, 1998. Organic Geochemistry 28, 11-26.
2 Birk et al, 2011. Journal of Archaeological Science 38, 1209-1220.
3 Zocatelli et al., 2012. Journal of Soil and Sediments 12, 734–748.

# MISE EN ÉVIDENCE A PARTIR DE LA GÉOCHIMIE ORGANIQUE DES CHANGEMENTS DE COUVERT VÉGÉTAL DANS LA PLAINE D'INONDATION DU CURUAI (AMAZONIE CENTRALE) PENDANT L'HOLOCÈNE.

Renata ZOCATELLI[1,@], Patricia MOREIRA-TURCQ[2], Jérémy JACOB[1], Mohammed BOUSSAFIR[1], Renato CORDEIRO[3], Bruno TURCQ[2]

(1) Université d'Orléans, CNRS/INSU, ISTO, BRGM, UMR 7327, 45071 Orléans, France.
(2) Institut de Recherche pour le Dévelopment – 32, Av. Henri Varagnat, 93143, Bondy, France.
(3) Universidade Federal Fluminense, Departamento de Geoquímica, Niterói, Brasil.
(@) renata.zocatelli@cnrs-orleans.fr

Le fleuve Amazone est responsable de la deuxième plus importante entrée de matière organique (MO) dans les océans. Cette MO provient en partie de la plus grande forêt tropicale au monde, mais également des plaines d'inondation, ces dernières stockant à la fois de la MO produite *in situ* et celle issue de la forêt. Le cycle hydrologique annuel de l'Amazone conditionne les processus abiotiques et biotiques[1] qui à leur tour influencent les sols, la végétation et la sédimentation dans les plaines inondables. La plaine d'inondation de Curuai est la plus grande plaine inondable en Amazonie centrale. Dans cette plaine, la production et le stockage de la MO ont été étudiés via la caractérisation organique de sédiments lacustres, couvrant le dernier siècle[2,3,4]. Dans le but de documenter sur le long terme l'évolution du couvert végétal en lien avec l'hydrologie locale, cette présentation se propose d'étudier la matière organique préservée dans une carotte sédimentaire enregistrant les derniers 6000 ans par la confrontation d'analyses de géochimie globale (Rock-Eval), de palynofaciès et de biomarqueurs moléculaires.

Entre 5700 et 5100 cal BP, les sédiments sont finement laminés et constitués de nombreux phytoclastes bien préservés et de particules d'origine pédogénétique. Ces résultats indiquent la faible influence du fleuve Amazone dans la région pendant cette période. Les fortes valeurs de *Carbon Preference Index* (CPI) et la présence de biomarqueurs d'angiospermes tels que les triterpènes pentacycliques méthyl ethers (PTMEs, spécifiques de Poaceae) suggèrent la présence d'une forêt constituée d'essences adaptées aux environnements gorgés d'eau.

La période entre 5100 et 3000 cal BP est marquée par l'augmentation du taux de sédimentation et l'apparition de palynomorphes d'origine algaire. Cela et la diminution de la teneur de carbone mettent en évidence l'augmentation progressive des conditions aquatiques et de dégradation de la MO sédimentée ($1.0<CPI<3.0$).

A partir de 3000 cal BP, l'augmentation des triterpènes pentacycliques et la réapparition des PTMEs suggèrent la reprise d'un milieu plus terrestre avec un couvert végétal qui pourrait ressembler aux prairies formées actuellement pendant les basses eaux.

Les derniers 600 cal BP ont été marqués par l'influence saisonnière de l'Amazone. Les résultats de palynofaciès et le CPI (~1.0) indiquent une MO fortement dégradée telle que celle identifiée dans les sédiments superficiels actuels. Ces données mettent en évidence des variations du couvert végétal du bassin versant et des changements des conditions d'enfouissement de la matière organique (MO) sédimentée conditionnés à l'hydrologie locale au cours des derniers 5700 cal BP.

[1] Seyler and Boaventura, 2003. Hydrol Process 17, 1345–1361.
[2] Mortillaro et al, 2011. Organic Geochemistry 42, 1159–1168.
[3] Zocatelli et al, 2011. Acta Amazonica 41, 195-204.
[4] Zocatelli et al, soumis. Organic Geochemistry.

# LA VARIABILITÉ SPATIALE DES LIPIDES DU SOL DANS UNE TOURBIÈRE : REFLET DE LA BIODIVERSITÉ

Renata ZOCATELLI[(1,2,3,@)], Jérémy JACOB[(1,2,3)], Claude LE MILBEAU[(1,2,3)], Fatima LAGGOUN-DÉFARGE[(1,2,3)], Sébastien GOGO[(1,2,3)], Julien ROUSSEAU[(4)].

(1) Université d'Orléans, ISTO, UMR, 7327, 45071, Orléans, France
(2) CNRS/INSU, ISTO, UMR 7327, 45071, Orléans, France
(3) BRGM, ISTO, UMR 7327, BP 36009, 45060, Orléans, France
(4) Sologne Nature Environnement, Route Selles, 41200, Romorantin Lanthenay
(@) renata.zocatelli@cnrs-orleans.fr

L'hétérogénéité spatiale des biomarqueurs moléculaires conservés dans les sols et les sédiments, et la représentativité de la végétation environnante, sont rarement pris en compte dans les études environnementales ou paléoenvironnementales. Nous examinons ici la répartition des lipides dans les sols tourbeux par rapport à leurs sources végétales potentielles. La tourbière choisie est la tourbière de la Guette (Sologne). C'est une tourbière acide à sphaignes et éricacées aujourd'hui totalement envahie par la molinie (*Molinia caerulea*; graminée), et ponctuellement par le bouleau (*Betula pendula*) et le pin sylvestre (*Pinus sylvestris*). Les tourbières sont des écosystèmes qui favorisent la préservation et l'accumulation en conditions anaérobiques de la matière organique (MO). Ce site a été colonisé par les plantes vasculaires depuis les années 1970. Les changements de végétation mettent en péril leur fonction « puits de carbone ». Il a été suggéré que l'invasion de plantes vasculaires agit sur la quantité et la qualité des sols en matière organique (MO) grâce à la contribution directe de la biomasse et par l'action de leurs racines (Gogo et al., 2011).

Les horizons superficiels de la tourbière ont été prélevés dans neuf placettes, caractérisées par des végétations distinctes : en zone ouverte, en zone intermédiaire et en zone fermée (envahie par le bouleau et le pin). La fraction lipidique de ces échantillons et des plantes ont été extraite avec du dichlorométhane aux ultrasons. Les fractions neutres et acides ont été isolées, dérivées (triméthylsilylation) puis les biomarqueurs moléculaires ont été déterminés et quantifiés par chromatographie en phase gazeuse / spectrométrie de masse.

Différentes classes de molécules ont été jugés statistiquement discriminant dans la description de la végétation environnante. Des biomarqueurs spécifiques tels que méthoxy-serratenes, diterpènes tricycliques et dérivés bétuline étaient les composés les plus discriminants dans la végétation de la tourbière. Le comptage des arbres et les estimations de densité ont été comparés aux concentrations de biomarqueurs spécifiques afin d'estimer la surface de la végétation environnante, dont un échantillon de sol peut être considéré comme représentatif. Ici, nous montrons que les échantillons intègrent le signal de la végétation environnante (entre 20 à au moins 80m$^2$), plutôt que de la végétation proximale seulement.

L'approche développée dans cette étude soutient donc l'utilisation de biomarqueurs spécifiques conservés dans les sols comme des outils essentiels pour représenter l'hétérogénéité spatiale des écosystèmes passés et présents.

# Index


## A

ABBES 233
ABDELAZIZ 373
ABIDI 233
ACKOUALA 145
ADATTE 42, 76, 77
AFFATON 280
AGIRREZABALA 333
AGUILAR 1
AINSWORTH 51
AÏT-OUALI 125
ALANSARI 207
ALBERIC 75, 80
ALBERTÃO 2, 315, 391
ALEXIS 244, 381
ALIZERT 338
ALOISI 196
ALRIC 212
ALVAREZ-ZARIKIAN 130, 149
AMEDRO 78
ANDRIEU 3, 344
ANDRIEU-PONEL 234, 365
ANTOINE 229, 255, 256
ARAFA 105
ARBARET 41
ARBEY 4, 5
ARBUES 178
ARETZ 6
ARMITAGE 7
ARNAUD 8, 95, 103, 104, 120, 121, 147, 169, 212, 329, 353, 370, 384, 413, 414
ASGHARI 9
ASLANIAN 246, 247
ASSES 10
ASSILA 312
ASTRADE 121
AUBERTIN 11
AUBOURG 225
AUDEMARD 1, 92, 309
AUDIGANE 79, 209
AUGE 168
AUGRIS 179
AUGUSTIN 329, 370
AUTHEMAYOU 133
AVERBUCH 402

## B

BABAULT 250, 408
BABONNEAU 128
BABUT 347
BABY 12, 140, 182, 255, 256
BACHE 158, 246, 247
BACHELLERY 325
BADINIER 98
BAILLEUL 13, 255, 256
BAIN 14
BAIZE 404
BAJARD 370
BAJDDI 207
BALDESSIN 15, 144
BALLARD 106, 127
BALTZER 295
BANO 22
BARBARA 343
BARBARAND 16, 112, 227, 245
BARBECOT 402
BARBIER 17
BARBIN 311
BARD 365, 385
BARRA 120
BARRAS 18
BARRIER 7, 14, 19, 20, 181, 193
BARROIS 363
BARTOLINI 155, 285
BASCOU 26, 200
BASILE 260, 275, 276, 321, 322, 323, 333
BASSETTI 159, 251
BASSINOT 21, 284, 285
BATTANI 83
BAUDIN 21, 102, 111, 157, 192, 284, 285, 295, 296, 297, 328, 389, 401, 416
BAUDON 170
BAUER 35, 49, 134, 165, 167, 376, 377
BAUMANN 22
BAUMBERGER 68
BAYON 78, 115
BEAUDOIN 31, 119
BEAUFORT 132, 297, 360, 403
BECCALETTO 23, 24
BECK 1, 25, 26, 92, 104, 200, 273, 309
BECKERS 26, 200
BEJAOUI 85, 300
BELLAHSEN 27, 375
BELMAHDI 203
BELOUSOV 316
BELOUSOVA 316
BELTRAN 107, 239, 368
BENABDELLOUAHED 314
BENABDERRAHMANE 421
BENABID 343
BENBAKKAR 316
BEN CHAABANE 28
BENEDICTO 174
BENMANSOUR 29
BENOIT 167
BENZERARA 30
BERCHET 31
BERGER 120
BERGERAT 11, 79, 261, 394
BERMELL 32
BERNARD 33, 52, 112
BERNASCONI 295, 296, 297, 352
BERNE 38, 251, 269
BERNOT 154
BERTIN 82, 173, 393
BERTRAN 386
BERTRAND 34
BERYOUNI 295
BESSE 13

BESSIN 35
BETZLER 36
BEUCHER 37, 411
BEZ 58, 328
BILLEAUD 387, 392
BILLET 255
BILLY 38
BILOTTE 180
BITOM 278
BLANC 39
BLANCHARD 366
BLAZQUEZ-FERNANDEZ 40
BLENET 145
BLONDIAU 322
BLYTH 341
BODEUX 200
BODIN 224
BODU 244
BOIVIN 41
BOMOU 42, 78, 199
BON 244
BONIFACIE 43
BONNAY 226
BONNEAU 44
BONNEL 45, 218, 225, 327, 357
BONNETON 126
BORDERIE 46
BORGOMANO 190, 215, 290, 291, 337, 399, 400
BORSCHNECK 280
BOSCH 352
BOSQ 407
BOSSARD 384
BOSSUET 216
BOUABSA 48, 230
BOUAZIZ 189
BOUCHETTE 304
BOUCHEZ 378
BOUDON 70
BOUDZOUMOU 280
BOUGEOIS 47
BOUKANDOU SIDI 276
BOUKOFFA 48
BOULILA 49, 76, 77, 155
BOULVAIN 109, 152, 210, 318, 319, 345
BOULVAIS 263
BOUR 50, 406
BOURGEOIS 176
BOURGES 58
BOURGET 51, 99
BOURGINE 310
BOURGUIGNON 380
BOURILLET 156, 407
BOURILLOT 52, 53, 221, 222, 313
BOURQUIN 193, 263, 307, 366
BOURRAIN 34
BOUSSAFIR 425
BOUTON 52, 53, 313, 354
BOUVY 54
BRACONNOT 373
BRAHMI 55
BRANCIER 56
BRAUCHER 283
BRAUN 367
BRAYARD 50, 406
BRÉHÉRET 57, 234, 362, 415
BREILH 173
BREILLAT 157
BRENDAN 58
BRENOT 68
BREZIAT 110
BRIAIS 59, 310
BRICHAU 140
BRIGAUD 3, 60, 168, 324, 344, 351, 372, 409
BRISET 353
BRISSE 410
BROCHERAY 61
BROUAND 332
BRULHET 404
BRUNEAU 62, 110, 111, 166, 324
BRUSSET 140
BUATIER 63
BUCHERIE 372
BUDZINSKI 347
BUISSON 97, 129, 185
BULTYNCK 318
BUONCRISTIANI 143, 184, 299, 330, 348
BURNS 359
BÜTTNER 64
BYLUND 50, 406
BYRDINA 272

## C

CABIOCH 135
CACAS 83
CADEAU 65
CADOT-LEROUX 64
CAGNONI 68
CAILLAUD 12
CAILLON 21, 75
CALDERON 140, 255, 256
CALINE 213, 336
CALLOT 17, 45, 106, 180, 218, 327, 357
CALLUAUD 31
CALMELS 43
CALVES 12
CALZAS 329
CAMMAS 56, 66, 301, 381
CAMOIN 213, 253, 336
CAMPOS 25
CAMUS 204, 206
CANDELIER 67, 196
CANER 248
CAPAR 23, 24, 68
CAPLAIN 31
CARBONARI 315
CARBONEL 422
CARCAILLET 147, 184, 339
CAREL 69
CARON 13, 70, 243, 285
CARPENTIER 71, 72, 189, 375
CARRON 371
CARRY 199
CASTELANO 90

CASTELLE 271
CATTANEO 358
CAUMON 72, 215, 229
CAUQUIL 93
CAYOCCA 241
CERDAN 146, 231
CEREPI 242, 243
CERTAIN 38, 304
CHABAS 371
CHABAUD 73, 131, 290, 291
CHADI 74
CHAGUÉ-GOFF 378
CHAIB 343
CHAIBI 295
CHALMIN-ALJANABI 121, 342
CHANGQUN 300
CHANIER 13, 159, 334
CHANSON 31
CHAPRON 75, 80, 146, 187, 384, 385
CHARBONNIER 76, 77, 78, 115
CHARLIER 389
CHARPENTIER 63
CHARREAU 229
CHARTON 79
CHASSIOT 75, 80
CHATEAU 81
CHATEAUNEUF 165
CHATELLIER 31
CHAUMILLON 82, 147, 173, 331, 353, 393
CHAUVEAU 2, 83, 391
CHAUVIN 263
CHAZOT 223
CHEDEVILLE 84
CHERIF 85, 300
CHERY 386
CHEVALLARD 303
CHOLER 169
CHOUABBI 230
CHRISTOPHOUL 86, 87
CLARKE 188
CLAUDE 88, 89, 362
CLAUSTRES 385
CLERC 90, 348
CLEYET-MERLE 163
CLIQUET 211
CLOTUCHE 301
CLUZEL 338
COJAN 91, 113, 150, 171, 172, 248, 404, 411, 412
COLAS 371
COLBEAUX 133
COLIN 69, 76, 77, 180, 352
COLLETTA 363
COLLIN 11, 79, 100, 208, 261, 264, 394
COLLOMBET 272
COLLOT 148, 249, 267
COLON 92
COMBAUD 14
COMBES 204, 206
COMBOURIEU-NEBOUT 257, 352
COMPANY 268
CONTET 93
CONWAY 320
COPARD 347
CORDEIRO 425
CORNÉE 94, 137, 258
CORNET 319
CORRADINI 318
COSTA 237
COUCHOUD 95, 341, 342
COUËFFÉ 68, 96, 97, 98, 204, 205, 206
COURGEON 99, 314
COURIVAUD 307
COURP 146, 385
COURRIOUX 68, 205, 233
COUSINEAU 304
CRASQUIN 100, 111
CRAVE 215
CREMER 61, 170, 266, 282, 328
CROGNIER 101, 119
CROMBEZ 102
CROSTA 75
CROUZET 103, 104, 339, 353, 370, 413, 414
CROWLEY 286
CRUMEYROLLE 45, 357
CUBIZOLLE 216
CUNY 115
CUVEN 141

## D

DABARD 263, 366
DAIF 105
DALIBARD 328
D'AMBROGI 68
DANIAU 307
DANIEL 106, 364
DARNAULT 106
DARRE 118
DARROZES 86
DARSAULT 270
DA SILVA 109, 318, 319
DAUPHIN 340
DAUTEUIL 58
DAUVIN 302
DAUX 235
DAVID 31, 169, 261, 351, 370
DE BATIST 26, 92, 200
de CLARENS 275
de MARSILY 228
de RAFÉLIS 47, 107, 108, 238, 239, 368
DE BLOCK 359
DEBRET 277, 347, 387
DECHAMPS 109, 152
DECONINCK 78, 110, 111, 166, 264, 268, 324, 390
DEJEANS 237
DEKONINCK 16, 112
DELABROUSSE 216
DELACOURT 405
DELANNOY 413
DELCAILLAU 211
DELENCRE 64
DELEPLANCQUE 113
DELHAYE 52
DELOR 96

DELPECH 69, 168
DELSATE 115
DELUNEL 147
DEMARTINI 283
DEMORY 103, 302, 365
DENECKER 114
DENNIELOU 128, 251, 328, 389
DERA 6, 78, 115, 324
DERENNE 202, 203, 301, 401
DERICQUEBOURG 116
DE RYCKER 26, 200
DESAUBLIAUX 221
DÉSAUBLIAUX 9, 53, 143, 222, 307, 372
DESCHAMPS 101, 117, 118, 139, 191, 192
DESCOSTES 360
DESMARES 78, 101, 119, 192
DESMET 34, 122, 146, 347, 385
DÉTRICHÉ 57
DEVELLE 1, 26, 120, 121, 169, 342, 370
DE VLEESCHOUWER 318, 319
DEVOS 54
DE WEVER 94, 137
DEWILDE 21, 75
DEZAYES 68
DHIVERT 34, 122, 146
DI CARLO 167
DIETRICH 123, 124
DI GIOVANNI 80, 165, 167, 384, 385
DIOT 250
DISNAR 234, 296, 424
DJOUDER 125
DO COUTO 250
DOJEN 318
DOLIGEZ 40, 139, 191
DOMART-COULON 55
DOMINGUEZ 408
DONNADIEU 6, 199, 330
DORE 126
DORIOZ 212
DOUBLET 62
DOUSTEYSSIER 41
DOYEN 8
DRIEHAUS 127
DROMART 129, 185
DROMELET 133
DROXLER 214
DROZ 128, 246, 247, 266, 328
DRYSDALE 95
DUBOIN 97, 129, 185
DUCASSOU 73, 130, 131, 149, 290, 291, 292, 295, 296, 297, 337, 352, 399, 400
DUCHAMP-ALPHONSE 76, 77, 132
DUCLAUX 51
DUCOURTHIAL 154
DUGUÉ 211, 314
DUJARDIN 22
DUMARÇAY 244
DUMAS 330
DUPERRET 133
DUPONT-NIVET 47, 134
DUPRAZ 52, 313
DUPREY 135
DUPUIS 157
DURAND 97, 185
DURINGER 22, 304
DURLET 78
DUSSOUILLEZ 283, 374
DZUBAKOVA 346

## E

EBERLI 36, 290
EDDARGACH 136
EGOROFF 94, 137
EHRHOLD 179
EKODEK 279
EL ALBANI 138, 354
EL DESOUKY 242, 243
EL HADJ 74
ELSEN 410
EMBRY 180
EMMANUEL 44
ENNACIRI 207
ESCARGUEL 50, 406
ESCHARD 2, 139, 391
EUDE 140
EUZEN 102, 139
EVRARD 146
EYNAUD 156
EYSSAUTIER 152

## F

FABRÉGA 151
FAGEL 48, 116, 230
FALVARD 141
FANG 21, 284
FANGET 147, 329, 370
FARA 406
FARRE 303
FAVIER 75
FEHN 68
FENG 111
FENIES 81
FERNANE 405
FERRIÈRE 13
FERRY 142, 143, 355
FEUILLET 25
FEYBESSE 294
FIET 360
FILLEAUDEAU 287
FINOULST 152
FISCHER 15, 144, 220
FITZGERALD 38
FLEHOC 157, 165
FLEURY 409
FLIPO 113
FLOQUET 17, 145, 221
FLORES 149
FÖLLMI 42, 76, 77
FONDECAVE-WALLEZ 204, 206
FORD 194
FOREL 100
FOREY 237
FORZONI 283

FOSSE 202, 203
FOUACHE 56
FOUBERT 52
FOUCHER 64, 122, 146, 385
FOUINAT 147
FOURNIER 148, 149, 190, 290
FOZZANI 165
FRANCE-LANORD 71, 248
FRANÇOIS 66
FRANCUS 188
FRANKE 150, 151
FRANQUET 346
FRONTEAU 54, 152, 195, 311
FROSSARD 212
FU 181, 193
FUJIMAKI 195
FURGEROT 31, 153

## G

GABALDA 68
GABELOTAUD 240
GAILLOT 154
GAIME 41
GAINUSA-BOGDAN 373
GALABERTIER 329
GALAUP 52, 313
GALBRUN 49, 76, 77, 155
GALIPAUD 135
GALOP 385
GANNE 156
GAPAIS 20, 263
GARCIA 64, 282, 365, 419
GARDIN 76, 77, 155
GAREL 157
GARGANI 158, 320
GARLAN 126, 179, 240, 270, 271
GARNIER 393
GARZIGLIA 358
GASPARRINI 40, 364
GAUDIN 269, 333
GAULLIER 159, 275, 321, 322, 323
GAUTHERON 245
GAUTHIER 41
GAUTHIER-LAFAYE 138, 354
GAY 160, 161, 162, 163, 232
GÉRARD 256
GERTSCH 42
GHIENNE 123, 164, 175, 304
GHIRARDI 110, 134, 165, 166, 167
GIGOUX 168, 324
GIGUET-COVEX 8, 169
GILLET 81, 170, 270, 271, 290, 291, 337, 399, 400
GILLOT 171, 172
GILOY 173
GINÉ 174
GIRARD 175, 258
GIRAUD 110
GIRAUDEAU 73
GIRESSE 159
GLOCKNER 31
GOCKE 202
GODDERIS 6
GODEFROID 15, 144, 220
GODON 184
GOFF 378
GOGO 426
GOMMEAUX 195
GONTHIER 290, 292
GORET 301
GORINI 118, 158, 192, 215, 246, 247, 250, 259
GOSLIN 405
GOTO 378
GÖTZL 68
GOURLAN 78
GOURRONC 176
GRAINDORGE 260
GRANGE 177
GRANJEON 83, 215, 222, 246, 247, 259, 367
GRANJON 64
GRASSEAU 178
GRASSO 241
GRATALOUP 98
GREGOIRE 179
GRÉLAUD 180, 217, 262, 349
GRÉSELLE 180
GRIMALDI 285
GRIRA 301
GROLEAU 30
GROSBOIS 34, 122, 347
GROSHENY 85, 119, 142, 180, 300
GROSSI 203
GROTZINGER 186
GROUSSET 352
GUEDRON 121
GUENNOC 314
GUÉRIT 181, 193
GUERROT 168
GUILLEN 205
GUILLOCHEAU 12, 35, 58, 59, 134, 182, 183, 294
GUILLON 184
GUILLOT 402
GUION 129, 185
GUIRAUD 299, 348, 390
GUPTA 186
GUYARD 187, 188
GUYOMARD 240
GUYOT 271
GUZHOV 115

## H

HADOUTH 189
HAGGART 115
HAIRABIAN 190
HALLÉGOUËT 133, 405
HALLOT 263, 366
HAMDI-AÏSSA 417, 418
HAMM 254
HAMON 17, 83, 118, 191
HANIN 84
HANOT 374
HANQUIEZ 61, 131, 290, 291, 292, 337, 399, 400
HAQUIN 153

HARDY 156
HASSAN 292
HATEM 402
HATIN 328
HAUCHARD 84
HAUSMANN 188
HAWIE 101, 192
HAYET 60, 420
HEBA 242
HEBERT 360
HEILBRONN 193
HEIMHOFER 224
HEIN 38
HELLSTROM 95
HEMELSDAËL 194
HENAFF 405
HENRY 195
HERKAT 355
HERMITTE 283
HERMOSO 67, 107, 196, 197, 324, 328
HERNANDEZ 386
HERNANDEZ-MOLINA 130, 149
HEURET 260
HIBSCH 404
HILDEBRAND 397
HINSCHBERGER 57
HLEL 198
HOAREAU 45, 199, 225, 327
HOMBERG 46
HOMINAL 272
HOUET 385
HOWA 282
HUANG 388
HUAULT 71
HUBERSON 31
HUBERT-FERRARI 26, 200
HUERTAS 201
HUGUET 202, 203
HUISMANS 367
HUNT 180, 217, 262, 349
HUSSON 204, 205, 206

## I

IGUANES 252
ILMEN 207
IMBERT 93, 225, 321, 323, 358
IMMENHAUSER 224
INAL 29
ISGUDER 132
ISSAUTIER 208, 209, 310

## J

JABALLAH 85, 300
JACCARD 387
JACKSON 286
JACOB 157, 165, 167, 234, 384, 401, 424, 425, 426
JACQ 128
JACQUIN 333
JADOT 210
JAEGER 248
JAILLARD 333
JAMET 211
JAN DU CHÊNE 239
JARNY 31
JENKS 50, 406
JENNY 104, 212
JIA 193
JOBARD 409
JOLIVET 181, 193
JOMELLI 75
JORRY 44, 99, 213, 214, 336
JOSEPH 2, 191, 215, 228, 293, 391
JOUANNIC 158, 216, 320
JOUET 179, 213, 269, 283, 336
JOUFFROY-BAPICOT 277
JOUSSIAUME 217, 262, 349
JUGÉ 88, 362, 415

## K

KABIRI 224
KAENEL 42
KAMOUN 422
KARRAT 57
KATZ 43
KAYVANTASH 150
KELFOUN 33
KER 358
KERGARAVAT 45, 218, 327, 357
KERSHAW 100
KHEMIRI 28
KHILA 219, 312, 423
KIDO 318
KIM 256
KINDLER 15, 144, 220, 290
KISSEL 69, 150
KLAG 308
KOLODKA 52, 221, 222
KÖNG 223
KOPP 55
KRENCKER 224
KRIM 225
KRYSTYN 155
KWASNIEWSKI 313

## L

LABADIE 347
LABANOWSKI 34
LABARTHE 113
LABAUME 63
LABAYE 319
LABOURDETTE 215, 226
LABRIE 187
LABROUSSE 416
LACOMBE 27
LACOSTE 322
LACQUEMENT 97
LACROIX 63
LAFFORGUE 227
LAFITE 237
LAFOREST 354
LAGGOUN-DÉFARGE 426
LAGNEAU 11

LAIGLE 228, 391
LAIGNEL 84, 231
LAJEUNESSE 80, 188
LALLIER 229
LAMOTHE 188
LAMOURI 230
LANDEMAINE 231
LANDREIN 409
LANGLAIS 139
LANGLOIS 237
LAPANJE 68
LAPLANCHE 232
LARTAUD 238, 286
LASSEUR 23, 24, 59, 79, 208, 233, 310, 314
LATHUILIÈRE 71, 189
LAVIGNE 316
LAVRIEUX 234, 235
LAYS 58
LAZARETH 135
LE BER 236
LE BOT 237
LE BRUN 88
LE CALLONNEC 238, 239
LE CORNEC 405
LE FAOU 240
LE FRIANT 70
LE GAL 133
LE GOFF 242, 243
LE GUERN 317
LE HERON 236
LE HIR 199, 215, 241, 330
LE MILBEAU 157, 165, 234, 384, 424, 426
LE NINDRE 208, 209
LE PENNEC 33
LE ROUX 385
LE ROY 213, 336
LE SAOUT 128
LEAU 75
LECKIE 81
LECLERC 25
LECLERCQ 64
LECUIT 152
LEE-THORP 379
LEFEBVRE 6
LEFEVRE 122, 146
LEFORT 71
LEJAY 244, 381
LELEU 221, 272
LELOUP 373
LELOUP-BESSON 370
LENGAIGNE 373
LENOBLE 386
LÉONIDE 145, 148, 290
LEPARMENTIER 12
LEPRETRE 16, 112, 245
LERAT 139
LEROUX 39, 246, 247
LE ROY 179
LEROYER 386
LESUEUR 302
LEYNET 310
LI 30
LICHT 248
LIN 134
LINDHORST 36
LIU 21, 284
LOAYZA TORO 249
LOFI 130, 149, 159, 161
LOGET 250
LOISY 242, 243
LOMBO TOMBO 251
LONCKE 159, 252, 260, 275, 276, 321, 322, 323
LONG 82
LOPEZ 160, 215, 253, 254
LOPEZ-BLANCO 178
LOPÉZ-CILLA 40
LOPEZ-GARCIA 30
LOUBRIEU 323
LOUMI 10
LOUTERBACH 255, 256
LUBIN 31
LÜDMANN 36
LYMER 159

## M

MAACHA 207
MACAIRE 57
MACHE 230
MACOUIN 6
MAGAND 414
MAGNIER 89
MAGNY 257, 277, 384
MAHBOUBI 258
MAHIEUX 13
MAIA 259
MAILLARD 159, 260, 275, 321, 322, 323
MAKHLOUFI 11, 79, 208, 261, 394
MAKTOUF 391
MALARTRE 194
MALAVAL 217, 262, 349
MALET 147, 370
MALFILATRE 263
MALLET 270, 271
MANGENOT 264
MANIVIT 226
MANNAÏ-TAYECH 198
MANON 169
MARC 23, 68, 265
MARCHÈS 292
MARI 420
MARIEU 126
MARION 295
MARIVAUX 255, 256
MARMO 320
MARQUER 199
MARSSET 232, 266, 290, 328
MARTELET 23, 98
MARTI 373
MARTILLO 267
MARTÍN-CHIVELET 40
MARTINEZ 110, 166, 268, 389
MARTIN-GARIN 148
MARTINI 68

MARTIN-MARTIN 217, 262, 349
MARTINOD 86
MASSARD 340
MASSEI 84
MASSON-DELMOTTE 235
MASURE 119
MATHIEU 419
MATTIONI 90
MAUFFREY 269
MAURIZOT 148, 338
MAZIER 385
MAZIÈRES 270, 271
MBINA MOUNGUENGUI 280
McCLELLAND 196
McDERMOTT 286
MCMANUS 387
MEAR 295
MEIBOM 55
MEIRLAND 237
MELINTE-DOBRINESCU 204, 206
MENARD 272, 273
MENENDEZ 114, 274
MENGUS 106
MENSAN 244
MENZIES 348
MERCIER 386
MERCIER DE LÉPINAY 260, 275, 276
MERTZ 371
MESSAGER 262, 349
MÉTIVIER 181, 215
MEUNIER 138, 277
MFAYAKOUO CHAVOM 278, 279
MIALLIER 41
MICHAUD 249, 267
MICHE 280
MICHEL 69, 75, 132, 282, 319
MICHELIN 371
MICKALA 280
MIGEON 162, 293, 352, 391, 394
MILLET 235
MINOLETTI 67, 107, 196, 197, 239, 281
MIRAS 80, 234
MISSENARD 16, 112, 245
MÖBIUS 36
MOIROUD 110, 268
MOJTAHID 282
MOLINARI 68
MOLLIEX 246, 283
MONDAMERT 34
MONNA 110, 261
MONTACER 312
MONTAGGIONI 148
MONTAGNE 64
MOREAU 164, 283
MOREIRA 30
MOREIRA-TURCQ 425
MORENO 21, 25, 284, 285
MORETTI 363, 364
MORSALNEZHAD 9
MORTIER 26
MOTELLICA-HEINO 385
MOUAZÉ 31, 153, 393
MOUCHI 286
MOULIN 246
MOUTHEREAU 27, 287
MUGNIER 184, 288, 339
MUIA 289
MULDER 2, 73, 131, 271, 290, 291, 292, 293, 294, 337, 391, 399, 400
MÜLLER Carla 101, 192
MÜLLER Katharina 163
MURAT 125, 295, 296, 297
MURZYN 31
MUSIAL 125
MUSKA 242, 243

## N

NADER 101, 192
NALPAS 20, 58, 106, 127, 366
NARDIN 6, 298
NARDON 190
NAUGHTON 156
NDONGO 299
NEGRA 85, 300
NEHRKE 303
NESPOULET 303
NGOMBI PEMBA 138, 354
NGUYEN TU 301, 401
NICOLAS 272
NICOLLIN 47
NITSCH 68
NIZOU 302
NJIKE NGAHA 278, 279
NOËL 393
NOOIJER 47
NOUET 303, 340
NOUVELLET 364
NUTZ 304, 305
NYS 379

## O

OBERHÄNSLI 388
ODIN 306
OESTERLING 68
OGUCHI 195
OLIVEIRA 315
OLIVIER 50, 71, 307, 406
OLLIVE 308
ONDRUCH 346
ONTOWIRJO 316
OROPEZA 309
ORS 91, 411, 412
ORTEGA 310, 311
OUAHCHI 28
OUAJA 219, 312, 355, 423
OZENNE 82
ÖZKUL 253

## P

PACE 52, 53, 313
PADRON 92
PAGEL 168, 332, 372
PALLIX 263
PAMER 68

PANSU 169
PANTALONI 68
PAQUET 24, 98, 314
PAQUETTE 184
PARAIZO 315
PARCERISA 151
PARDON 347
PARIS 141, 316
PARISOT 283
PARIZE 294, 369, 403
PARRA 256
PARROT 317
PARSONS 350
PAS 318, 319
PASQUON 320
PATERNE 70
PATRIAT 322, 323
PATTIER 275, 321, 322, 323
PEDERSON 353
PEDROTTA 277
PELLENARD 78, 110, 111, 166, 197, 268, 324
PENAUD 156, 405
PEREZ 153
PERGA 212, 329
PERINOTTO 325
PÉROCHON 132
PERRETTE 95, 341, 342
PERSON 116, 376, 377
PESSEL 60
PETERSEN 414
PETIT 297
PETROVIC 102
PEYBERNÈS 204, 206
PFLEIDERER 68
PIANA 326
PIAVAUX 152
PICCIN 68
PICHAT 45, 327
PICKFORD 116, 182, 361, 379
PICOT 128, 266, 328
PIÉGAY 317
PIENITZ 188
PIERRE 235
PIGNOL 169, 329
PIGOT 52, 313
PILLOT 106
PIRONON 375
PLASSARD 163
PLESSIS 301
POCHAT 176
POHL 330
POIRIER 331, 393
POITEVIN 331
POIZOT 295, 296, 297
PONDRELLI 318
PONS 332
PONTE 291
POPESCU 369, 416
POPOV 115
POPRAWSKI 333
PORTIER 53, 90, 143, 348, 359, 372
POTDEVIN 334, 402
POUJOL 263, 366
POULENARD 169, 370
POUVREAU 335
PRAT 213, 336
PRINCIPAUD 131, 290, 291, 337
PRODEO 380, 417
PROGNON 338
PROUST 20, 249, 267
PRUD'HOMME 339
PRUNIER 115
PRUNIER-DUPARGE 178
PRUSKI 389
PUCÉAT 65, 78, 115, 166, 324

## Q

QUANTIN 340
QUÉNÉA 66, 244, 381
QUESNE 264
QUESNEL 134, 157, 165, 167, 338
QUIERS 95, 341, 342

## R

RABAHI 343
RABINEAU 215, 246, 247, 259
RABOUILLE 128, 389
RABOURG 3, 344
RACCASI 374
RACHDI 345
RAD 168
RADAKOVITCH 374
RAIMAN 283
RAIMBAULT 133
RAPINAT 170
RÄPPLE 346
RAUX 347
RAVIER 348
RAYNAL 304
RAZIN 178, 180, 217, 262, 349
REBAUD 301
REBOUL 317
REBOULET 110, 268
REESINK 350
REFMAR 335
REGARD 86, 133
REGERT 61
REGNAULT 360
REGNET 351
REICHART 47
REICHE 163
REIJMER 36
REIS 259
RENARD 37, 238, 239
REPIN 266
REUNGOAT 31
REVEL 104, 352, 353, 414
REYNAUD 354, 355, 356
REYSS 25, 26, 370, 389
REYX 332
RIBES 45, 218, 327, 357
RIBOULOT 358
RICHOZ 155
RICKABY 196

RIGOLLET 261, 359
RINGENBACH 45, 218, 327, 357
RIQUIER 65, 110, 268
RIVOIRARD 91, 411, 412
ROBIN 12, 22, 35, 38, 58, 59, 193, 246, 291, 304, 360
ROBION 261, 351
ROCHAT 407
ROCHE 361
ROCHETTE 365
RODDAZ 140, 255, 256
RODET 84
RODOLFO-METALPA 177
RODRIGUES 89, 226, 362, 415
ROEST 32, 275, 276, 321, 322, 323
ROGER 41
ROGOV 115
ROHAIS 102, 363, 364
ROLLAND 352, 353, 414
ROMEY 365
ROQUE 149
ROQUIN 304
ROSALES 40
ROSENBERG 27
ROSSI 121
ROSSIGNOL 307, 366
ROUBY 215, 367
ROUCHON 306
ROUCHY 327
ROUILLARD 148
ROUSSE 13
ROUSSEAU 426
ROUSSEAUX 31
ROUSSELIERE 163
ROUSSELLE 154, 368
ROY 332
ROZENBAUM 371
RUBINO 164, 175, 189, 355, 369
RUFFET 16, 112
RUPF 68

## S

SABATIER 8, 95, 103, 121, 147, 169, 212, 370, 374, 413
SADDIQI 16, 112, 227, 245
SAGE 159
SAHEB 371
SAÏAG 60, 372
SAINT-BÉZAR 16, 112, 174
SAINTENOY 60
SAINT-LU 373
SAKELLARIOU 26, 200
SAKHO 374
SALARDON 375
SALIGNY 64
SALLES 51
SALONEN 188
SALPIN 376, 377
SALVADOR-BLANES 146
SAMALENS 293, 391
SANCHEZ 255
SANSJOFRE 402
SAOUT 128
SAPIN 64
SARDINI 360
SAURA 217, 262, 349
SAUSSE 72
SAUZEAU 173
SAVONNET 64
SCHMIDT 131
SCHMITT 270, 291
SCHMITZ 191
SCHNEIDER 173, 223, 325, 378
SCHNYDER 46, 157, 165, 376, 377, 401, 416
SCHOENEICH 147
SCHROEDER 180
SCHROËTTER 35
SCHULZ 68
SCHUSTER 22, 304
SEBIH 148
SEBILO 379, 401
SEDAN MIEGEMOLLE 233
SEGALEN 116, 201, 361, 379
SELLAMI 244, 380, 381, 417
SELLIER 382
SEMAOUNE 383
SENUT 116, 182, 361, 379
SEPÚLVEDA 300
SÉRANNE 204, 205, 206
SERGEEV 96
SERRANO 23, 59, 265
SEVASTOPULO 286
SEVIN 148, 338
SIANI 69, 132
SICRE 368
SIERRO 149
SILVA 259
SIMEON 68
SIMON 31
SIMONNEAU 8, 384, 385
SIMPLET 179
SIONNEAU 328
SITZIA 386
SIZUN 261, 264, 371
SMITH 115, 341
SOELEN 256
SOKOL 68
SORREL 387, 388, 392
SOUSSI 28, 345
SPANGENBERG 42, 76, 77
STEINMANN 64
STEPHEN 50, 406
STETTEN 389
STEYER 201
STIEVENARD 235
STOETZEL 303
STOLARSKI 55
ST-ONGE 187, 188
STORME 401
STOW 130, 149
SUAN 224, 416
SUC 416
SUGAWARA 378
SULTAN 358
SUTTNER 318
SWENNEN 242, 243, 253

SZCZUCIŃSKI 378

## T

TABERLET 8, 169
TACHIKAWA 80, 365, 385
TAL 317, 374
TALLOBRE 390
TARRASS 226
TASSI 88, 89
TELES 2, 215, 293, 391
TERTRE 360
TESSIER 31, 153, 314, 356, 387, 392, 393
TESTE 119
TEXIER 394
TEYSSEIRE 301
THÉVENIAUT 96, 395
THIBAULT 281
THIEBOT 295
THIES 115
THINON 98, 159, 314
THIRY 151, 396
THOMACHOT-SCHNEIDER 54, 114, 195
THOMAS 31
THOMAZO 50, 53, 65, 406
THOUVENY 103, 104
TIERCELIN 289
TISSOUX 211
TODISCO 56, 84, 397, 398
TOONEN 120
TOUCANNE 44, 156, 292, 407
TOURLIÈRE 97, 98
TOURNADOUR 293, 337, 399, 400
TRAMOY 401
TRAVE 63
TREMBLIN 119
TRENTESAUX 354
TRIBOLLET 177
TRIBOVILLARD 65, 225, 334, 402
TRINCAL 63
TRIPSANAS 26, 200
TROUDI 28
TROUILLER 409
TROYA 64
TURCQ 425
TURKO 113
TURMEL 54

## U

URI 403

## V

VACHERAT 287
VALLEJO 33
VALVERDE 122
VANDAMME 280
VANDENBERGHE 410
VAN DEN DRIESSCHE 250, 408
VAN DER BEEK 184
VANDROMME 146
VANDYCKE 133
VAN HINSBERGEN 199
VANNIÈRE 277
VAN VLIET-LANOË 133, 223, 404, 405
VASSALLO 184, 339
VÁZQUEZ 114, 311
VELLA 213, 283, 336, 365
VENDEVILLE 159, 322, 323, 382
VENNIN 9, 50, 52, 53, 65, 221, 222, 299, 313, 330, 390, 406
VERGES 217, 262, 349
VERNEY 241
VERSTEEG 200
VESLIN 407
VIAPLANA 408
VICALVI 61
VIDAL 280
VIDIER 402
VILLAR 415
VILLARET 88, 89
VILLEMAGNE 14
VILLEMANT 70, 285
VILLIER 145
VINCENT 60, 409, 421
VINING 236
VINK 255
VIOLETTE 11
VIRGONE 253
VISEUR 209
VISSCHER 313
VOISIN 356
VOISSET 358
VON GRAFENSTEIN 235
VOS 410
VRIELYNCK 199

## W

WALTER-SIMONNET 199, 216
WASSMER 316
WATTEZ 136
WEILL 91, 113, 215, 393, 411, 412
WIESENBERG 202
WILHELM 103, 104, 353, 413, 414
WILLIAMS 130
WINTENBERGER 362, 415
WOPPELMANN 393

## Y

YAHIAOUI 29, 343
YANS 16, 112, 152, 401
YAO 151
YOON 416
YOUCEF 417, 418
YUDIN 71
YVEN 351, 409, 419, 420, 421

## Z

ZAÎBI 422
ZARAGOSI 61, 292
ZARGOUNI 219, 312, 423
ZEYEN 30, 60
ZOCATELLI 424, 425, 426
ZOLITSCHKA 188
ZUMSPREKELZ 68

**LISTE DES PUBLICATIONS A.S.F.**
(ACTUELLEMENT DISPONIBLES)

Livre Sp. - La sedimentation du Jurassique W-Européen. 1979.
Livre N° 02 - L'éventail sous-marin de Ceüse (SE France) à l'Apto-Albien.
Livre Sp. 2 - GSGP – Cretaceous resources & events. 1988.
Livre n° 06 - Le Trias détritique de Provence et du Dôme de Barrot.
Livre n° 10 - 2ème congrès Français de Sédimentologie, 1989, Paris.
Livre n° 11 - Mesozoic eustacy record on western Tethyan margins. Abstract book.
Livre n° 12 - Mesozoic eustacy record on western Tethyan margins. Excursion.
Livre n° 13 - Diapirisme sur une marge en distension puis en décrochement.
Livre n° 16 - 3ème Congrès Français de Sédimentologie, 1991, Brest. Excursions.
Livre n° 19 - 4ème Congrès Français de Sédimentologie, 1993, Lille. Résumés.
Livre n° 20 - 4ème Congrès Français de Sédimentologie, 1993, Lille. Excursion.
Livre n° 21 - Géométrie et productivité des plates-formes carbonatées. Résumés.
Livre n° 22 - IAS, 16th Regional Meeting of Sedimentology et 5ème Congrès Français de Sédimentologie, 1995, Aix. Abstracts, Résumés.
Livre n° 23 - IAS, 16th Regional Meeting of Sedimentology et 5ème Congrès Français de Sédimentologie, 1995, Aix. Field-trip, excursions.
Livre n° 24 - Modélisation d'un système de piémont. Excursion.
Livre n° 26 - Microbial mediation in carbonte diagenesis. International workshop.
Livre n° 27 - 6ème Congrès Français de Sédimentologie, Montpellier. Résumés.
Livre n° 28 - 6ème Congrès Français de Sédimentologie, Montpellier 1997. Excursions.
Livre n° 29 - Danube delta : geology, sedimentology, evolution. Field-trip.
Livre n° 30 - Argiles : sédimentologie, diagenèse, environnement. Résumés.
Livre n° 31- Mauritanian microbial buildups. Field-trip.
Livre n° 32 - Paleoceanology of reefs & carbonate platforms: Miocene to Modern.
Livre n° 34 - 7ème Congrès Français de Sédimentologie, Nancy. Excursions.
Livre n° 36 - 8ème Congrès Français de Sédimentologie, Orléans 2001. Résumés.
Livre n° 37 - 8ème Congrès Français de Sédimentologie, Orléans. Excursions.
Livre n° 38 - 9ème Congrès Français de Sédimentologie, Bordeaux 2003. Résumés.
Livre n° 39 - Excursion. Processus gravitaires et évolution de bassin : Le Crétacé et le Tertiaire du Pays Basque.
Livre n° 40 - Excursion. Sédimentologie et stratigraphie de deux vallées incisées de la côte aquitaine : la Gironde et la Leyre.
Livre n° 41 - Excursion. Géologie et typicité des vins de Bordeaux

Livre n° 42 - Excursion. La plate-forme carbonatée cénomanienne de Charente : une double approche sédimentologique et paléoécologique.
Livre n° 43 - Excursion sur les sites stratotypiques de l'Aquitanien et du Burdigalien et sur le Miocène régional.
Livre n° 44 - Sédimentogenèse des sites préhistoriques du Périgord.
Livre n° 45 - Ecole d'été : Carbonates récifaux et de plate-forme.
Livre n° 46 - Atelier / Workshop : Microbialithes et communautés microbiennes dans les systèmes sédimentaires.
Livre n° 47 - 38ème Symposium de l'ECSA - Programme Seine-Aval : Excursion en Baie de Somme.
Livre n° 50 - Sédimentologie de la formation des Sables de Fontainebleau et architecture des dépôts oligocènes du Bassin de Paris.
Livre n° 51 - 10ème Congrès Français de Sédimentologie, Presqu'île de Giens 2005. Résumés.
Livre n° 52 - Sédimentations gravitaires carbonatées et silicoclastiques dans un bassin en transtension, séries d'âge Cénomanien à Coniacien moyen du Bassin Sud-Provençal.
Livre n° 54 - Sédimentologie, stratigraphie séquentielle et architecture réservoir des séries Eocène-Oligocène du Sud-Est de la France (Grès d'Annot et systèmes associés).
Livre n° 55 - Sealaix'06. Sea level changes: records, processes and modeling.
Livre n° 56 - International symposium « Early Permian continental environments in the Autun basin ».
Livre n° 57 - 11ème Congrès Français de Sédimentologie, Caen 2007. Résumés.
Livre n° 58 - 11ème Congrès Français de Sédimentologie, Caen. Excursion. La Baie du Mont-Saint-Michel : faciès, séquences, évolution.
Livre n° 60 - 11ème Congrès Français de Sédimentologie, Caen. Excursion. Les séismites de l'Oxfordien supérieur sur la bordure occidentale du Bassin Parisien.
Livre n° 61 - 11ème Congrès Français de Sédimentologie, Caen. Excursion. Résidus à silex de l'Ouest du bassin de Paris (Normandie et Perche).
Livre n° 62 - Excursion. The Triassic of NE France: continental environments and unconformities.
Livre n° 63 - Argiles et sédiment. Ecole thématique. Poitiers 2008.
Livre n° 64 - 12ème Congrès Français de Sédimentologie, Rennes 2009. Résumés.
Livre n° 65 - Excursions. Etudes sédimentologiques en presqu'île de Crozon. 12ème Congrès Français de Sédimentologie, Rennes 2009.
Livre n° 66 - Excursion. Les vallées incisées pléistocènes de Bretagne : l'exemple de l'estuaire de la Vilaine. 12ème Congrès Français de Sédimentologie, Rennes 2009.
Livre n° 67 - Excursion. Les systèmes de dépôt tertiaires de la bordure méridionale du bassin sud-pyrénéen dans la Sierra de Guara. Contrôle tectonique de la sédimentation et instabilités gravitaires. RST, Bordeaux, 2010.
Livre n° 68 - 13ème Congrès Français de Sédimentologie, Dijon 2011. Résumés.
Livre n° 69 - 1) Architecture des corps récifaux et calcarénitiques du Bajocien de la région de Baune.
2) Sédimentologie, stratigraphie et diagenèse des carbonates du Jurassique de l'est du b. de Paris : influences sur le système hydrologique du secteur de Meuse/Haute-Marne.
Excursions du 13ème Congrès Français de Sédimentologie, Dijon 2011.
Livre n° 70 - Le sol et sous-sol des versants viticoles de la Côte de Nuits : nouvelles cartographies géologiques, investigations géophysiques et pédologiques à haute résolution spatiale.
Excursion du 13ème Congrès Français de Sédimentologie, Dijon 2011.
Livre n° 71 - Excursion. Variabilité architecturale des lobes turbiditiques sableux confinés. Exemples des sous-basins du lauzanier et des Trois Evêchés. Formation des Grès d'Annot, Eocène Oligocène du SE de la France.
Livre n° 72 - 8th International Conference on Tidal Environments. Tidalites 2012. Field-tip book.
- Incised valleys of SW France. Marennes-Oleron, Gironde & Arcachon
- The Miocene tidal shelly sands of Anjou-Touraine
- The Somme bay, NW France: a wave dominated macrotidal estuary
- The Mt St Michel Bay: facies, sequence & evolution of a macrotidal embayment.
Livre n° 73 - 14ème Congrès Français de Sédimentologie, Paris 2013. Résumés
Livre n° 74 - 1) Paris souterrain / Paris underground.
2) Sables et grès de Fontainebleau. Que reste-t-il des faciès sédimentaires initiaux ?
3) Un stratotype patrimonial : le Stampien.
Excursions du 14ème congrès Français de Sédimentologie, Paris 2013.
Livre SP3 - Ichnofabrics in clastic sédiments. Applications to sedimentological core studies. 2009. 98 pages. Format 280x4000.

Pour commander ou consulter la mise à jour de cette liste, visitez le site web de l'association :
http://www.sedimentologie.com

For ordering any of these books, please visit our web site:
http://www.sedimentologie.com

Ce document a été imprimé par
L'Université Lille 1 – Service de Reprographie
59 655 – Villeneuve d'Ascq Cedex

ISSN 0990-3925
ISBN 2-907205-72-2

Dépôt légal : 4ème trimestre 2013

14ème Congrès Français de Sédimentologie

- Altération, et paléo-altérites
- Argiles sédimentaires : paléoenvironnements, diagenèse, stockage
- Systèmes fluviatiles : processus et enregistrements
- Sédimentation lacustre
- Sédimentation glaciaire et périglaciaire
- **Dynamique littorale**
- Bioconstructions : de la vie à la roche
- Plate-formes carbonatées et évaporitiques
- Carbonates resédimentés : systèmes turbiditiques carbonatés et/ou mixtes
- Transfert continent-océan : bilans et modélisations
- Sédimentologie de la matière organique
- Volcano-sédimentaire
- Paléoclimats et paléoenvironnements holocènes
- Paléoclimats et paléoenvironnements anté-Quaternaires
- Contrôles astronomiques sur la sédimentation
- Architecture et diagenèse des réservoirs
- Tectonique et sédimentation
- **Dynamique des bassins sédimentaires**
- Minéralisations économiques dans les bassins
- Biominéralisations
- Surfaces planétaires
- Patrimoine et pierres de construction
- Archéologie et géo-environnement
- Interactions fluides, sédimentation et déformation
- **Session Poster et** Table ronde : modélisation en sédimentologie

ISSN 0990-3925
ISBN 2-907205-72-2