

NANCY, 15-17 novembre 1999

7^{ème}

CONGRÈS
FRANÇAIS
DE
SÉDIMENTOLOGIE

LIVRE DES EXCURSIONS

DES  ASSOCIATION
SEDIMENTOLOGISTES
FRANÇAIS

7ème Congrès Français de Sédimentologie

Nancy, livret-guide des excursions

13-14 Novembre 1997



Nancy- Excursions

E1 - Oligocène et Muschelkalk d'Alsace-Lorraine

- **E1a** : Anatomie, faciès et dynamique d'un fan-delta en contexte de rift intracratonique (Rift oligocène - Fossé Rhénan - Alsace)

par Philippe DURINGER

p. 1

- **E1b** : Du lagon protégé aux tempestites distales : un modèle transgressif d'école. L'exemple pédagogique du Muschelkalk supérieur de l'Est de la France (Trias moyen - Alsace-Lorraine)

par Philippe DURINGER

p. 53

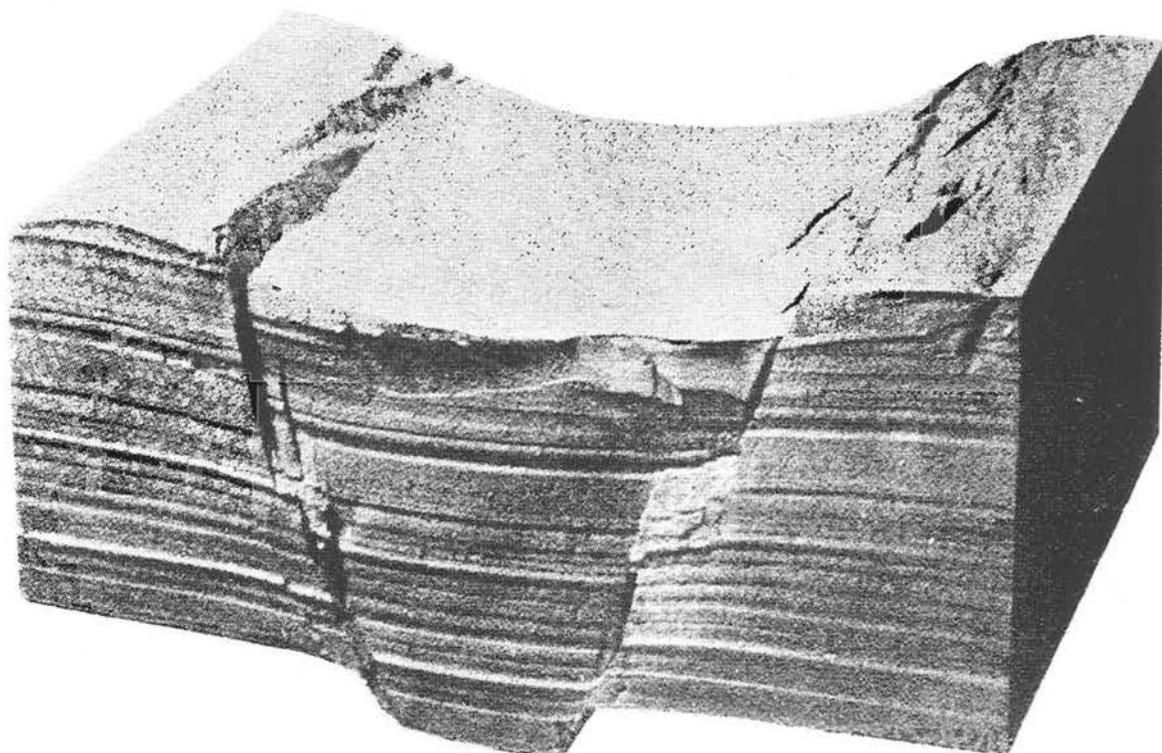
1^{ère} JOURNÉE

**ANATOMIE, FACIÈS ET DYNAMIQUE
D'UN FAN-DELTA EN CONTEXTE DE
RIFT INTRACRATONIQUE
(Rift oligocène - Fossé Rhénan - Alsace)**

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF POLITICAL SCIENCE
1100 EAST 58TH STREET
CHICAGO, ILLINOIS 60637
TEL: 773-936-3700

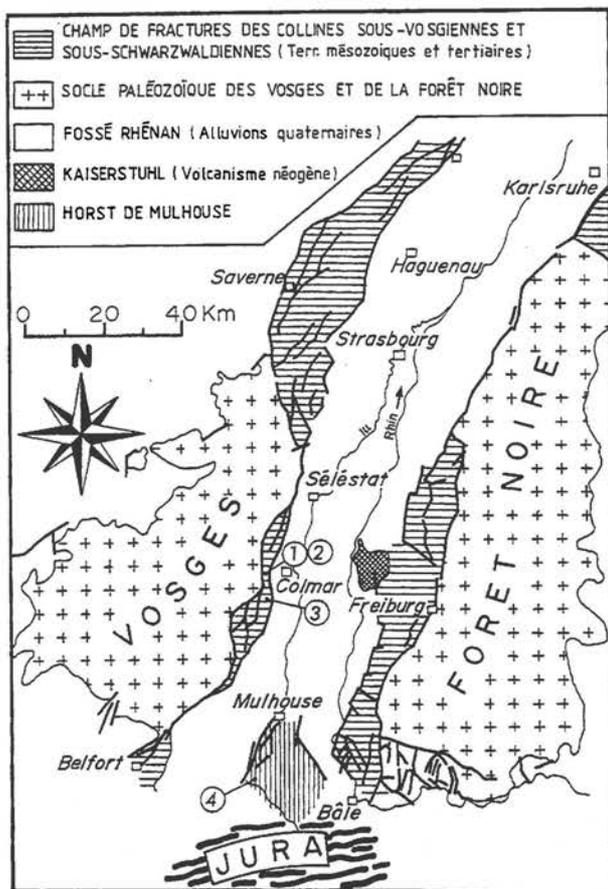
FOSSE RHENAN

DURINGER Philippe



Université Louis Pasteur (ULP), Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre (E.O.S.T. Géologie)
Centre de Géochimie de la Surface (CNRS-UMR 7517), Institut de Géologie 1, rue Blessig, 67084
Strasbourg cedex

 : duringer@illite.u-strasbg.fr  : 03 88 35 85 69  : 03 88 36 72 35



Affleurements visités lors de l'excursion

Arrêt 1 - Turckheim I : plusieurs corniches conglomératiques apparaissent sur le versant sud-est de la colline du Letzenberg. Le plus bel ensemble se détache à la limite des deux villages de Turckheim et d'Ingersheim. Dans le lotissement proche d'Ingersheim, entre les deux villages, un petit sentier entre les maisons n° 29 et 31 de la rue des Lilas conduit directement au pied d'une de ces corniches. L'affleurement montre principalement des faciès de fan-deltas proximaux à processus sub-aériens dominants (figs. 25, 26a-b, 26d, 34, 35A) et des séquences transgressives à stromatolites (figs. 36, 37).

Arrêt 2 - Turckheim II : Il s'agit d'une ancienne carrière située sur la bordure SSE de la même colline (toujours entre Turckheim et Ingersheim). Dans le lotissement proche de Turckheim, l'impasse du Drachenloch conduit en moins de 200 m au pied de la coupe. On se trouve alors face à la partie inférieure du profil C de la coupe (fig.54). L'affleurement montre en milieu de falaise, des faciès proximaux à distaux de fan-deltas à processus sous-aquatiques dominants (figs. 34, 35B) et notamment les fameux "doublets conglomérats-grès" typiques de ce type de fan-deltas (figs.40a, 40c).

Arrêt 3 - Rouffach : La carrière se trouve au sommet de la colline du Strangenberg à côté de Rouffach. On y accède, en prenant à Westhalten, la rue de l'église qui mène au pied de la grande antenne au sommet de la colline. De là, poursuivre le chemin sur 300 m qui conduit tout droit à la carrière. L'affleurement (fig. 55), montre des faciès distaux de fan-deltas à processus sub-aériens dominants (figs. 26c, 34, 35A, 46a, 46b). La coupe montre une belle séquence transgressive "fleuve-lac" marquée par des croissances stromatolitiques sur la surface de transgression (figs. 36 et 44).

Arrêt 4 - Altkirch : La coupe (fig.56) est celle de la gigantesque carrière des *ciments d'Origny* creusée dans la colline du Rebberg au NE de la ville. A la base de la carrière (fig. 56, niveaux 0 à 10 m) affleurent les célèbres faciès lacustres varvés riches en insectes (figs.40b, 45, 50). Le front de taille principal est formé par un faciès palustre à stromatolites (figs. 45, 47, 49, 51). Les derniers mètres de la carrière taillés en talus sont des faciès à tempêtes à litages obliques en dômes (H.C.S.) (figs. 46c, 46d).

ANATOMIE, FACIES ET DYNAMIQUE D'UN FAN-DELTA EN CONTEXTE DE RIFT INTRACRATONIQUE (RIFT OLIGOCENE - FOSSE RHENAN - ALSACE)

CADRE GEOLOGIQUE ET GEOGRAPHIQUE

Le fossé rhénan se présente sous la forme d'une étroite dépression longitudinale subméridienne, de largeur presque constante de 30 à 40 km, s'étendant sur près de 300 km entre Bâle et Francfort (Fig. 1). Ce bassin d'âge tertiaire, modelé par le Rhin durant la période quaternaire, est bordé à l'Est par le massif de la Forêt Noire et à l'Ouest par les Vosges. Un champ de fracture important sépare chacun des deux massifs paléozoïques de la plaine du Rhin (Fig. 1).

Actuellement au Nord du fossé, le volcan du Vogelsberg forme une barrière topographique au-delà de laquelle le fossé se prolongeait au Tertiaire vers la dépression de la Hesse. Depuis le Plio-Quaternaire, le fossé rhénan comporte une branche NW en direction de la dépression de la Rhénanie. Dans la partie méridionale, le fossé est clos depuis le Pliocène par la chaîne du Jura (Fig. 1).

CONTEXTE GEODYNAMIQUE ET HISTOIRE GEOLOGIQUE DU RIFT RHENAN

La dépression rhénane est un fossé d'effondrement cénozoïque de type rift (Fig. 3). Une compression NNW-SSW à l'Eocène moyen annonce le début de la subsidence (Sittler, 1969, 1983 ; Illies, 1975 ; Villemin, 1986 ; Villemin et al. 1984). Il lui succède, à l'Eocène supérieur, une phase de distension E-W qui conduit à la subsidence rapide du fossé (Fig. 3) dans sa partie méridionale et moyenne à la création de reliefs importants le long des bordures subméridiennes du rift (environ 900 - 1000 m) (Sittler, 1965, 1967, 1972 ; Ahorner, 1975 ; Illies, 1975 ; Letouzay et trémolière, 1980 ; Buchner, 1981 ; Bergerat, 1983 ; Villemin et al., 1986). Rapidement se crée dans le fossé en formation un bassin subsident dans lequel s'individualise un milieu lacustre euryhalin (Fig. 3) (Düringer, 1988), s'étendant progressivement vers le Nord du fossé.

En même temps se développe, sur les reliefs, un réseau de cours d'eau qui entraîne la formation le long des bordures occidentale, orientale et méridionale (Fig. 4), d'une ceinture conglomératique continue (Killian, 1984 ; Kessler, 1909 ; Leidhold, 1915 ; Schirardin, 1954 ; Cailleux, 1945 ; Tricart et Schaeffer, 1950 ; Tricart et vonfeld, 1955 ; Fischer, 1965 ; Sittler, 1965). Sur les Vosges et la Forêt Noire, les entailles dues à l'érosion fluviale sont très importantes. Les sédiments détritiques sont véhiculés vers le bassin au sein des canyons profonds puis déversés en bordure du fossé pour former des fan-deltas (Düringer, 1988) (Fig. 2B, C). Pendant que des sels précipitent épisodiquement dans le centre du bassin (séries salifères des potasses d'Alsace), les bordures détritiques gardent un cachet plus saumâtre et dulçaquicole grâce au drainage de l'eau continentale. C'est dans ce domaine de transition fluvio-lacustre à la limite Eocène-Oligocène que s'implantent les stromatolites. Pendant très longtemps ces formations marno-salifères "pré-rupéliennes" ont été attribuées à des dépôts marins. Depuis peu, ceux-ci sont interprétés comme le résultat d'une sédimentation lacustre. A l'appui de cette hypothèse, on trouvera les arguments paléontologiques (Fontes et al., 1991), palynologiques (Schuler, 1988 ; Rauscher et al., 1988), géochimiques (Düringer, 1988 ; Fontes et al. 1991), paléogéographiques et sédimentologiques (Düringer, 1988) qui convergent dans ce sens. La faune et la flore sont clairement lacustres, la signature géochimique des dépôts est celle d'un lac et le bassin, entièrement bordé de conglomérats, est un bassin clos interdisant toute relation avec la mer à cette époque. Ce n'est que bien plus tard, au Rupélien, que la mer envahira le fossé (Düringer, 1988).

Du point de vue stratigraphique et selon les subdivisions appliquées dans la partie méridionale du fossé, les formations étudiées appartiennent aux Zones Salifères moyennes et supérieures (Sittler, 1983, Düringer, 1988, Schuler, 1988) et sont datées de l'Eocène supérieur (Ludien terminal) et de l'Oligocène inférieur (Sannoisien). Dans la nomenclature du bassin de Pechelbronn qui fait le lien avec les séries du Nord du fossé, les séries appartiennent aux Couches de Pechelbronn inférieures, moyennes et supérieures.

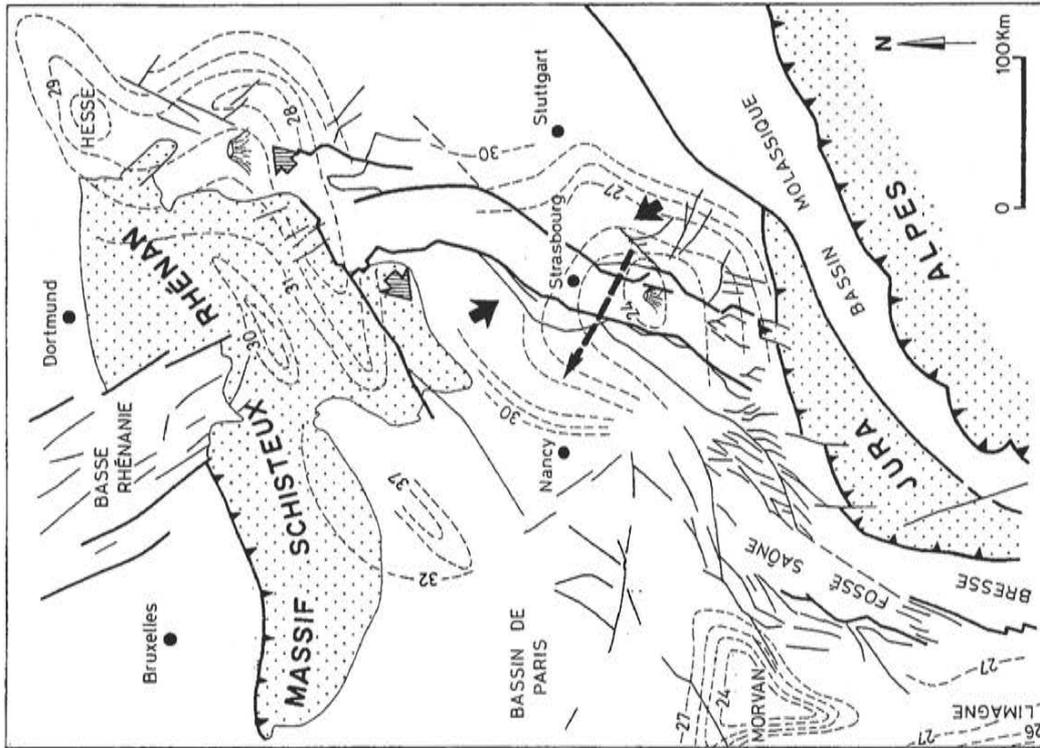


Fig. 2 - Le fossé rhénan et ses prolongements nord et sud. Notez l'emplacement des deux édifices volcaniques du Vogelsberg (au Nord) et du Kaiserstuhl (au centre). Les grosses flèches indiquent la direction des contraintes tectoniques actuelles. Le gros tireté localise la section du profil ECORS ayant recoupé le fossé rhénan (Sittler, 1992).

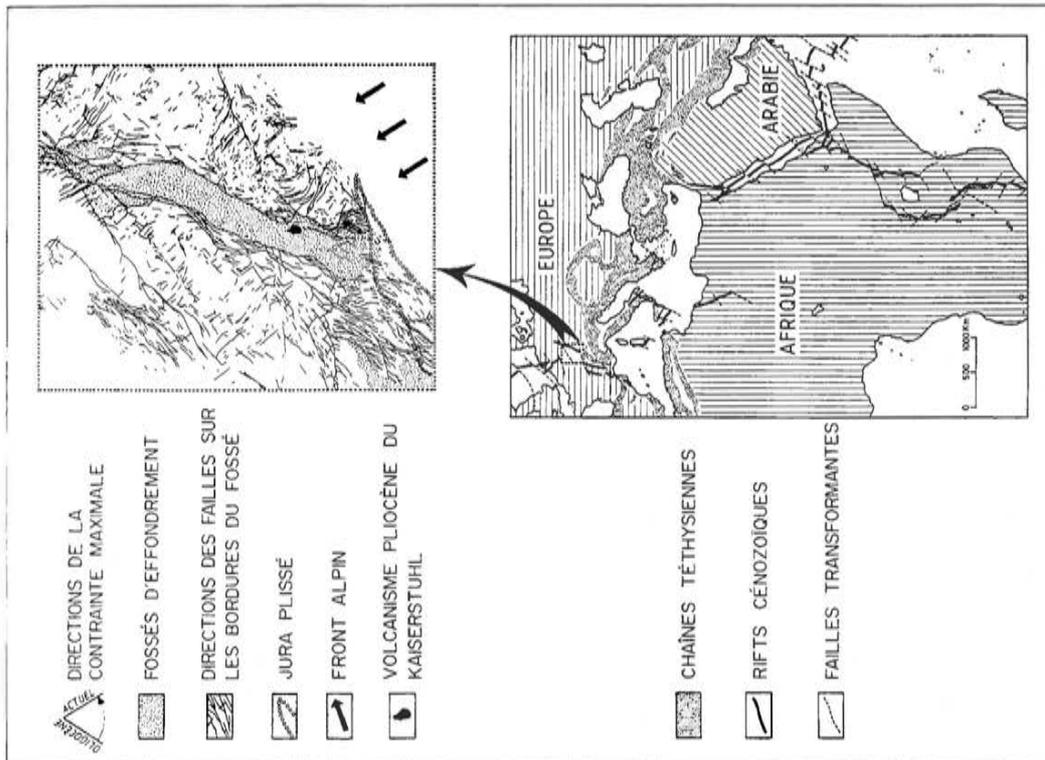


Fig. 1 - Place du fossé rhénan dans l'alignement des rifts mésozoïques, cénozoïques et quaternaires de la Mer du Nord à l'Afrique de l'Est (Düringer, 1988).

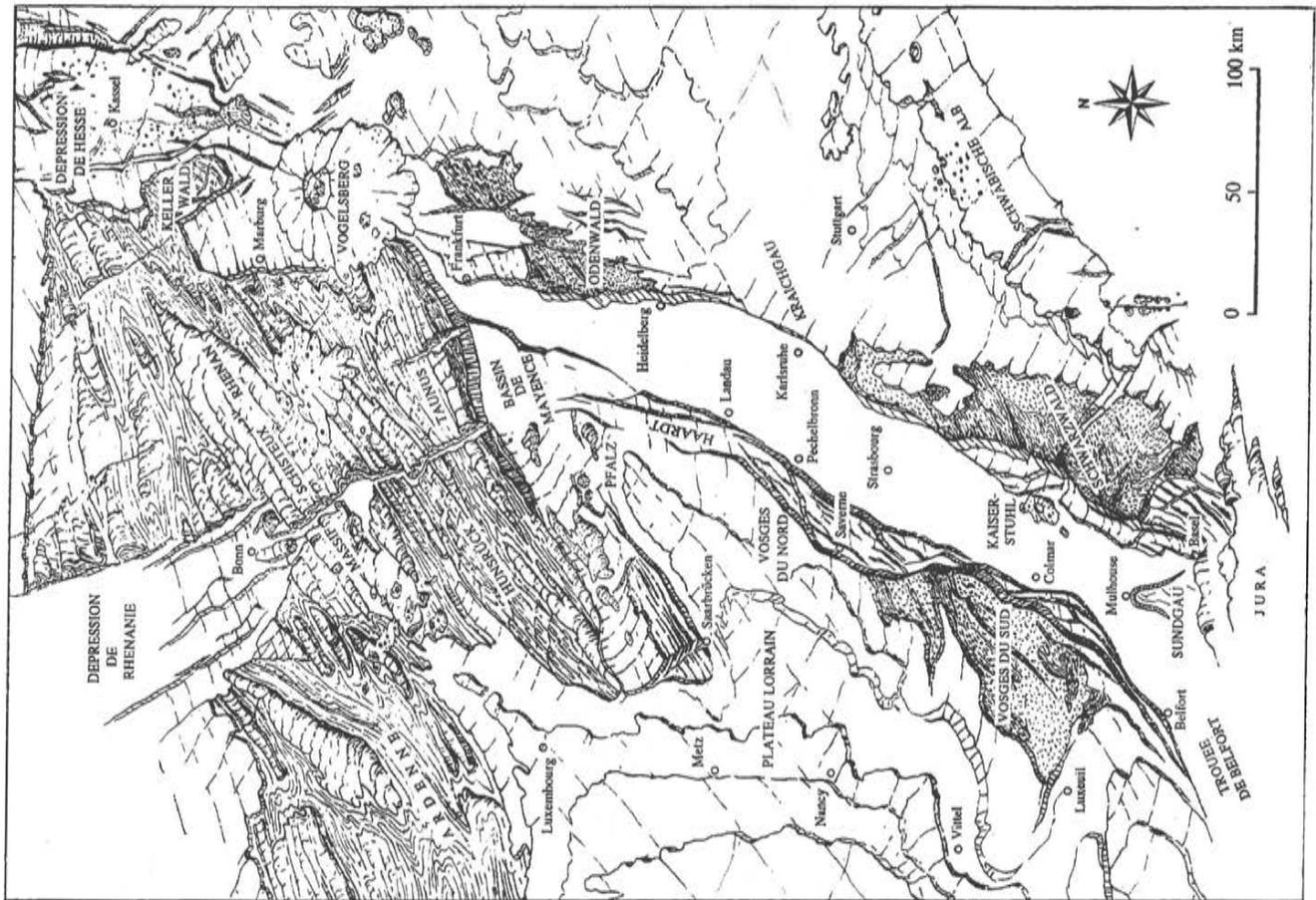


Fig. 3 - Maquette en relief du fossé rhénan actuel et de ses bordures (Document et cliché Sittler, 1992).

Fig. 4 - Situation structurale du fossé au milieu du bloc rhénan (d'après Cloos, 1955 in Sittler, 1992). Les massifs paléozoïques apparaissent en foncé. A l'Oligocène, le fossé se prolongeait au Nord vers la Hesse. Depuis le Mio-Pliocène, cette branche avortée est relayée au NW par le fossé de la Rhénanie. Notez l'énorme volcan du Vogelsberg.

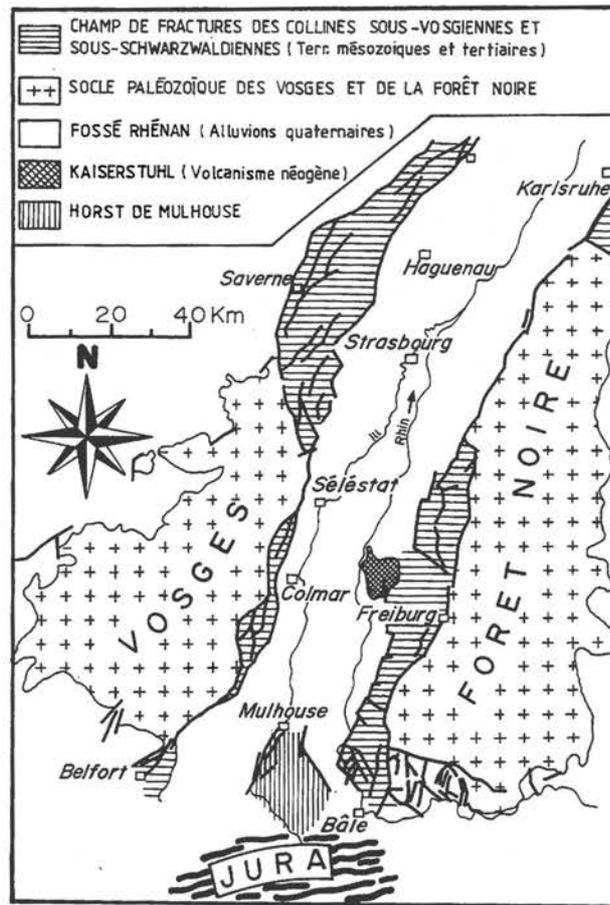


Fig. 5 - Carte structurale simplifiée du fossé rhénan. Notez l'irrégularité de la largeur des champs de fractures le long des failles principales et le horst du Sundgau en position centrale au Sud du fossé (Düringer, 1988).

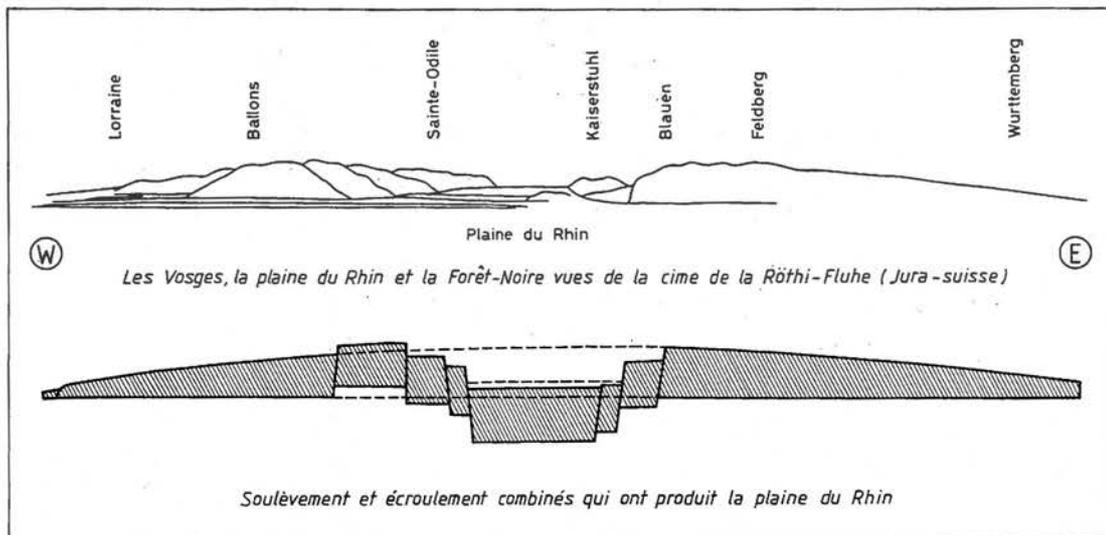


Fig. 6 - Le fossé rhénan vu du Sud de la plaine rhénane depuis la cime de la Röthi-Fluhe (Jura Suisse) et hypothèse de formation de la plaine d'Alsace par Dufrenoy et Elie De Beaumont (1841) (in Düringer, 1988).

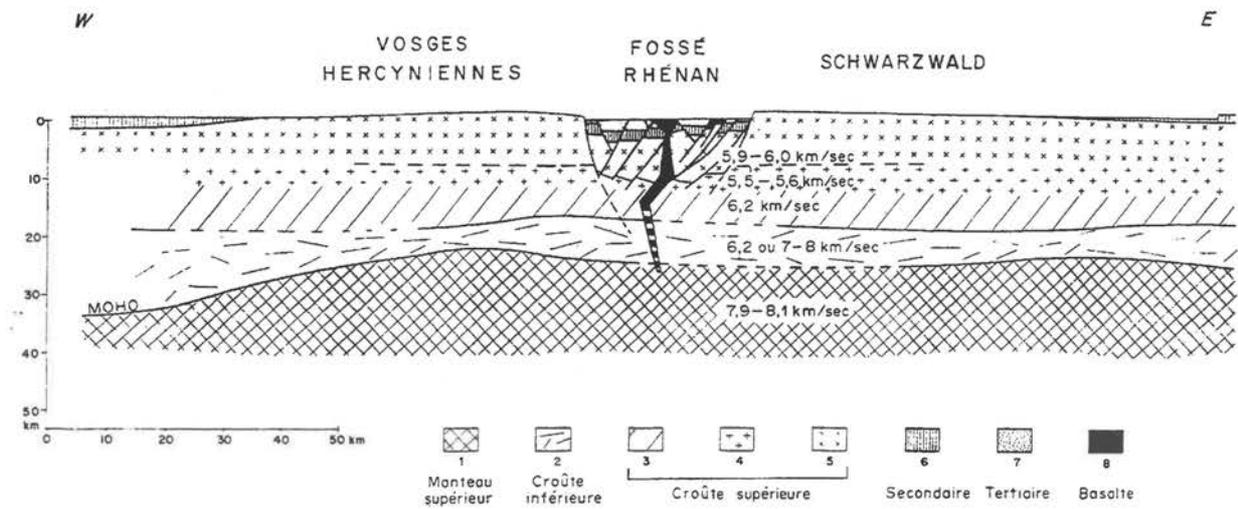


Fig. 7 - Structure de l'écorce terrestre dans la partie méridionale du fossé rhénan, d'après les interprétations de la sismique réfraction (Sittler, 1992).

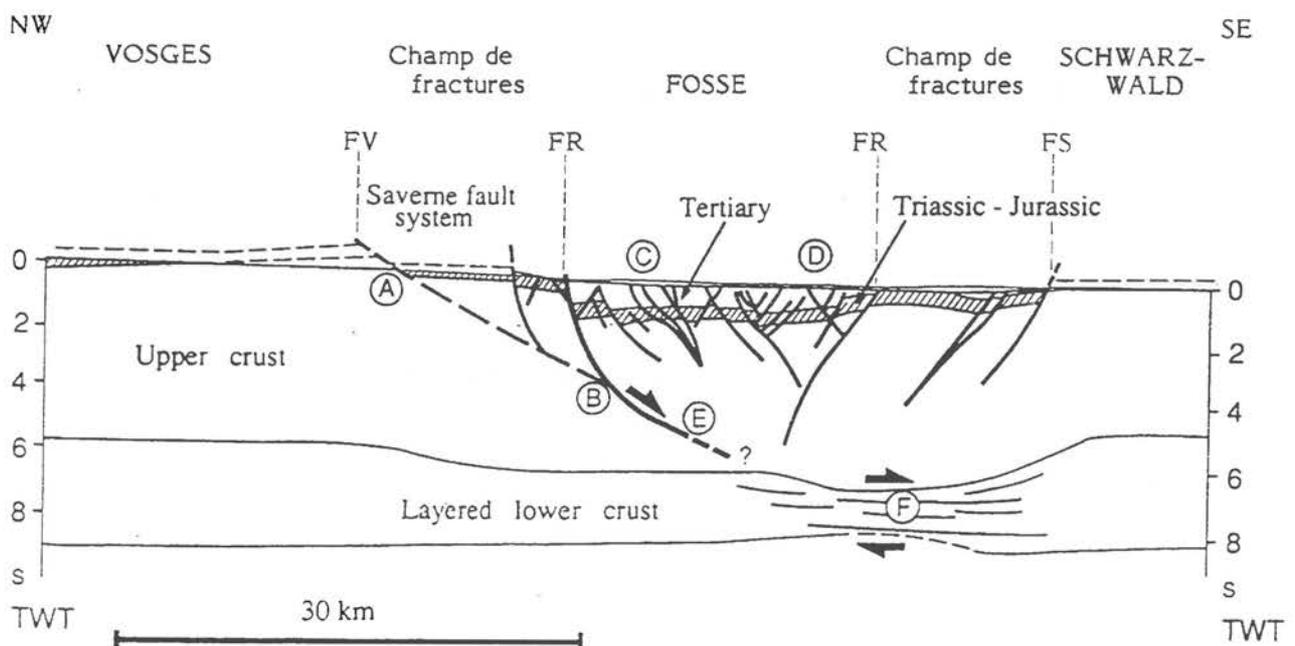


Fig. 8 - Interprétation schématique de la structure profonde du fossé rhénan au Nord de Sélestat, basée sur le profil de sismique réflexion du programme ECORS. Profondeur en secondes (temps de parcours double), 6 km/s. (A) faille vosgienne rejoignant la faille rhénane (B) qui se transforme en faille listrique. Failles normales synthétiques et conjuguées (C, D) fracturent le fossé. Etirement et amincissement asymétrique (F) (Sittler, 1992).

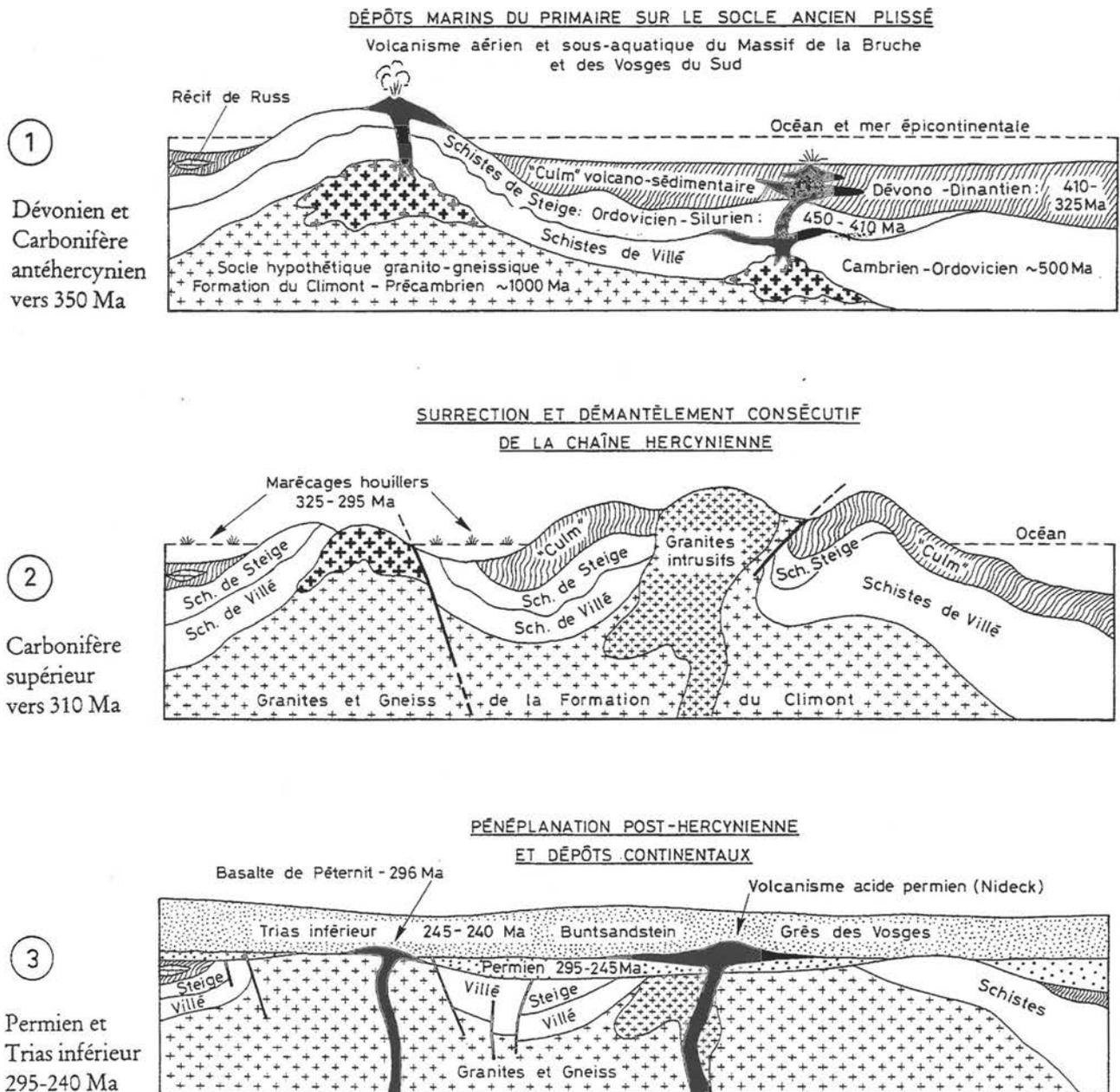
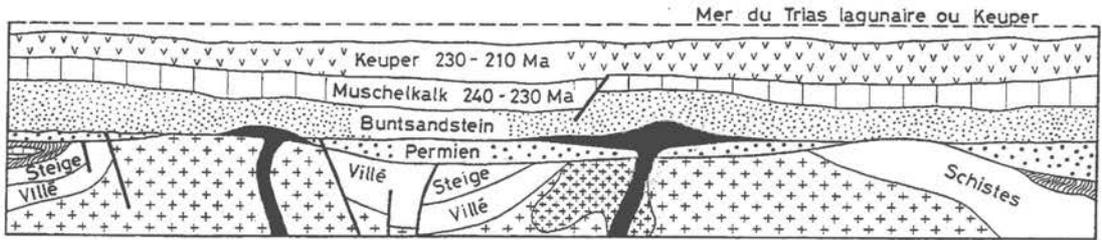


Fig. 9 - Reconstitution de l'histoire géologique du domaine rhénan, dans l'espace et le temps en onze tableaux schématiques depuis 500 millions d'années (Sittler, 1992). L'échelle des hauteurs est de deux fois celle des longueurs. La largeur actuelle du fossé est de 35 km. Les 5 premières coupes peuvent être orientées indifféremment W-E ou N-S. Les coupes 6 à 11 sont des coupes W-E ce qui devient évident à partir de la coupe 8.

INVASION MARINE PUIS CONFINEMENT LAGUNAIRE

4

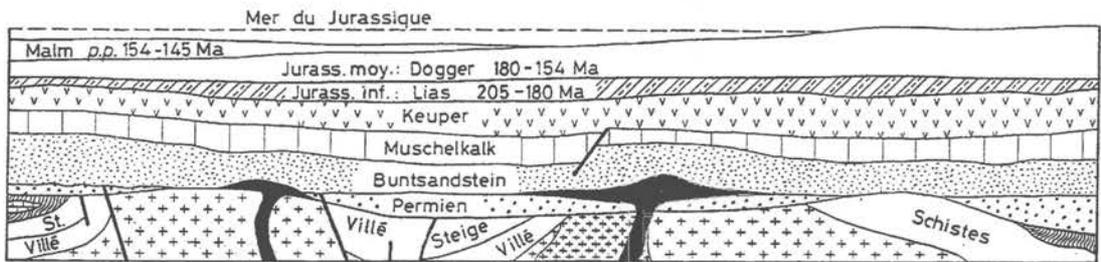
Trias moyen et supérieur
240-205 Ma



NOUVELLE TRANSGRESSION MARINE
PUIS ÉMERSION DU BLOC RHÉNAN SEPTENTRIONAL

5

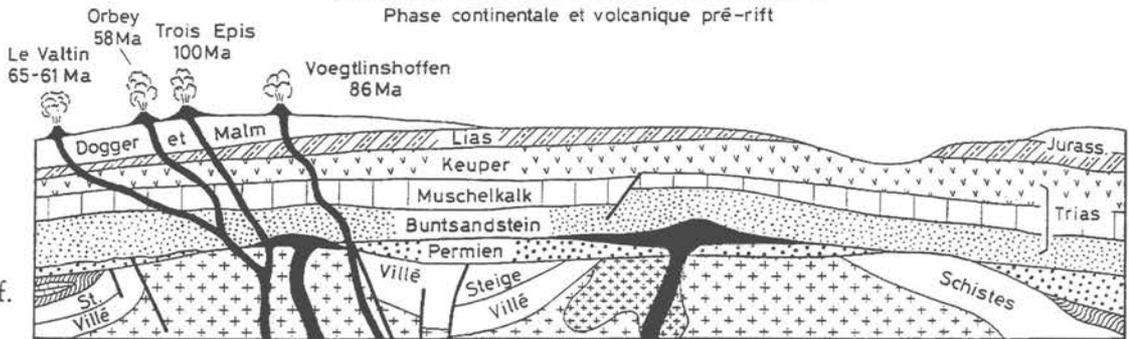
Jurassique
205-135 Ma



ÉMERSION - BOMBEMENT - ÉROSION - VOLCANISME
Phase continentale et volcanique pré-rift

6

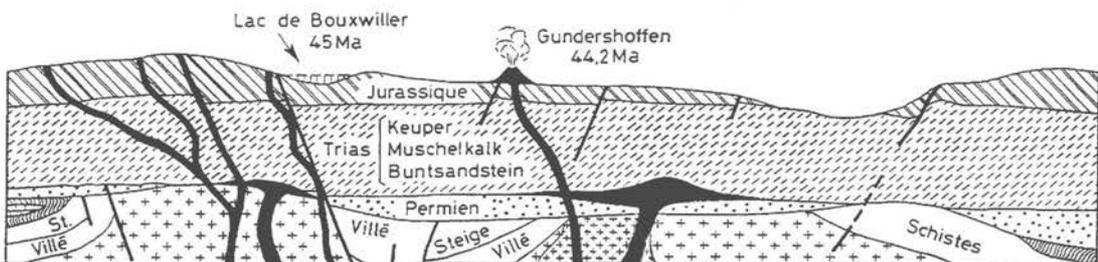
Crétacé et
Paléogène inf.
135-46 Ma

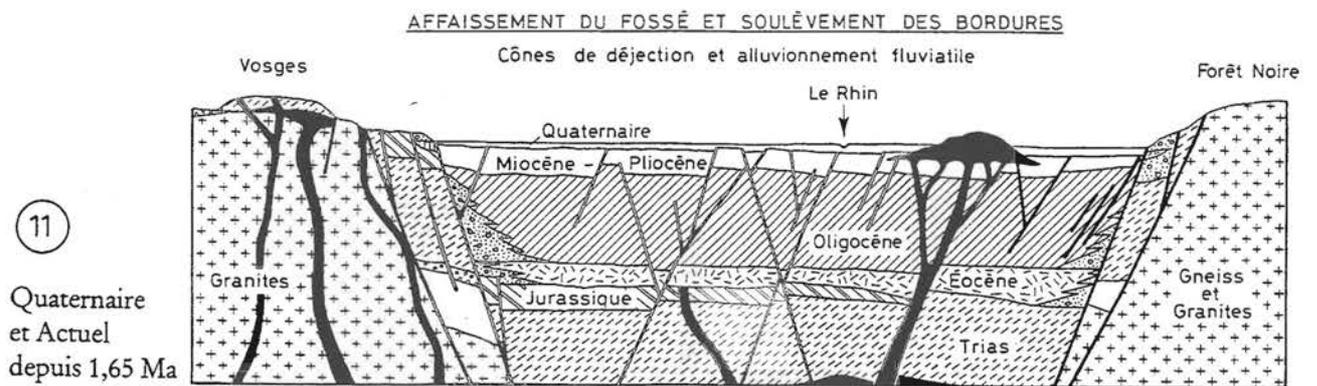
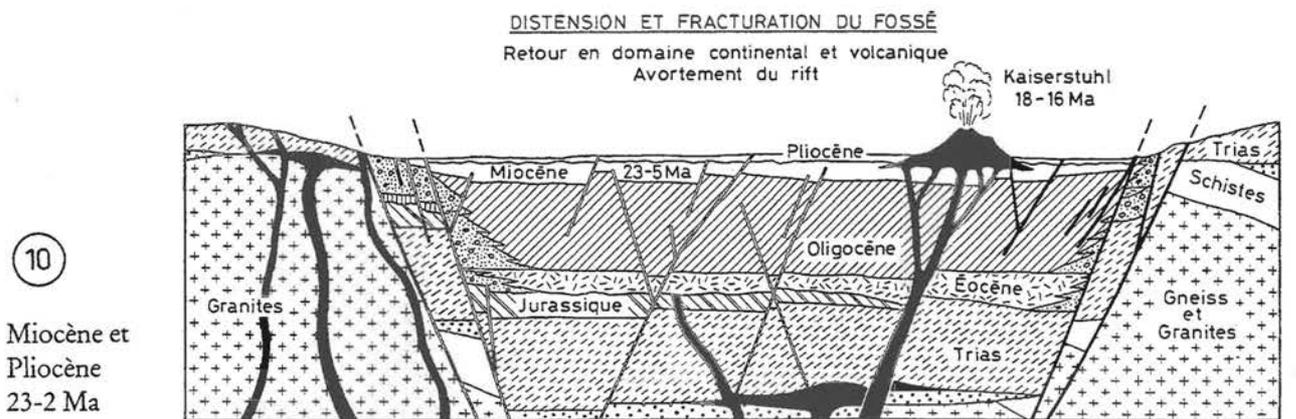
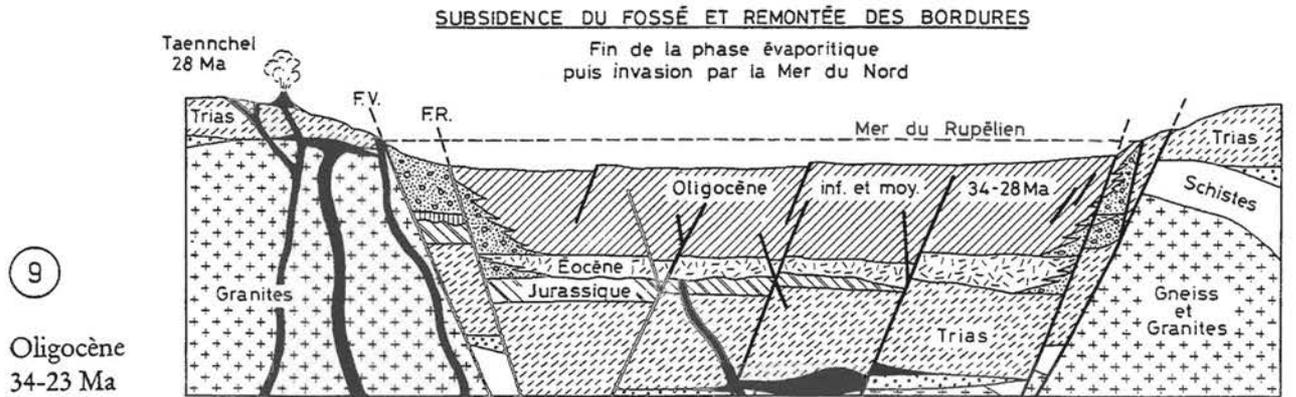
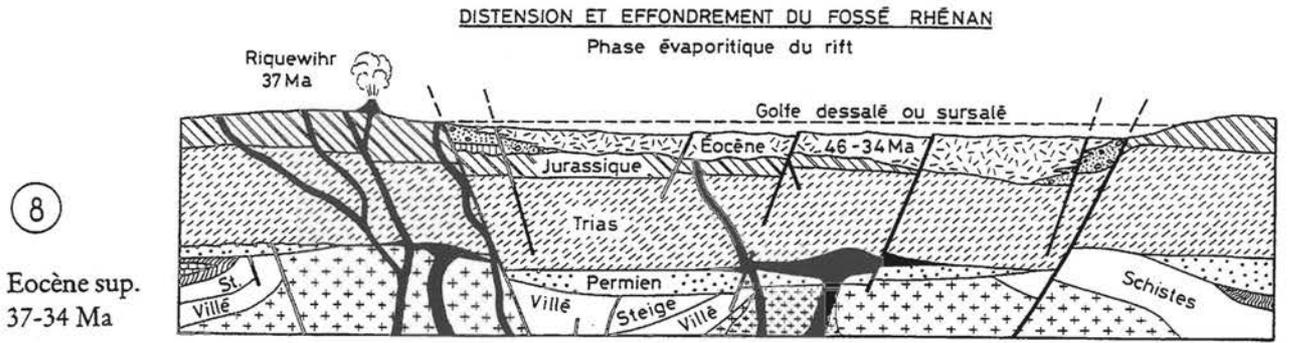


PREMIERS AFFAISSEMENTS DANS LE BLOC RHÉNAN
Fin de la phase continentale et volcanique pré-rift

7

Eocène moyen
46-37 Ma





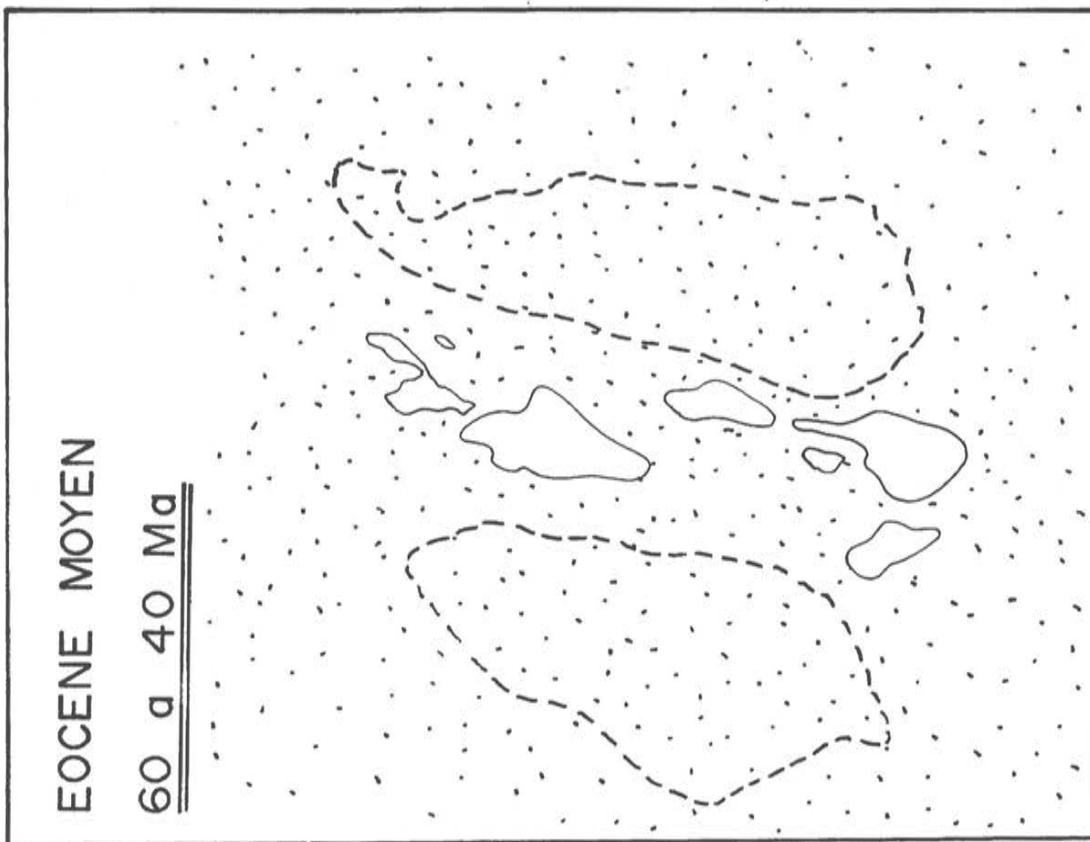


Fig. 10 - Paléogéographie du fossé rhénan à l'Eocène moyen. Le bassin rhénan subit une première phase d'effondrement qui permet le développement d'un bassin lacustre discontinu peu profond : les calcaires lacustres de Bouxwiller. (Düringer inédit).

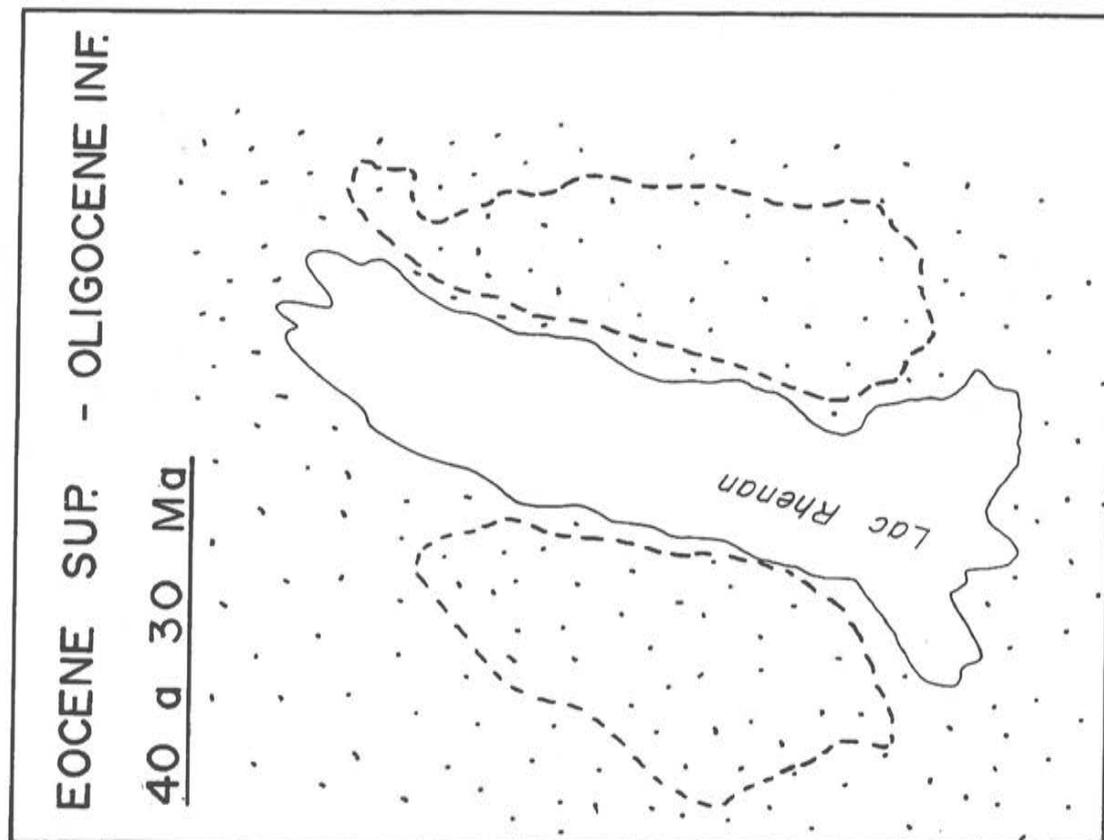


Fig. 11 - Paléogéographie du fossé rhénan à la limite Eocène-Oligocène. C'est la phase principale de rifting. Il se forme un lac à salinité variable (potasse d'Alsace). Une puissante formation conglomératique (les Conglomérats Côtiers) forment une ceinture détritico continue le long des bordures sud, est et ouest (Düringer inédit).

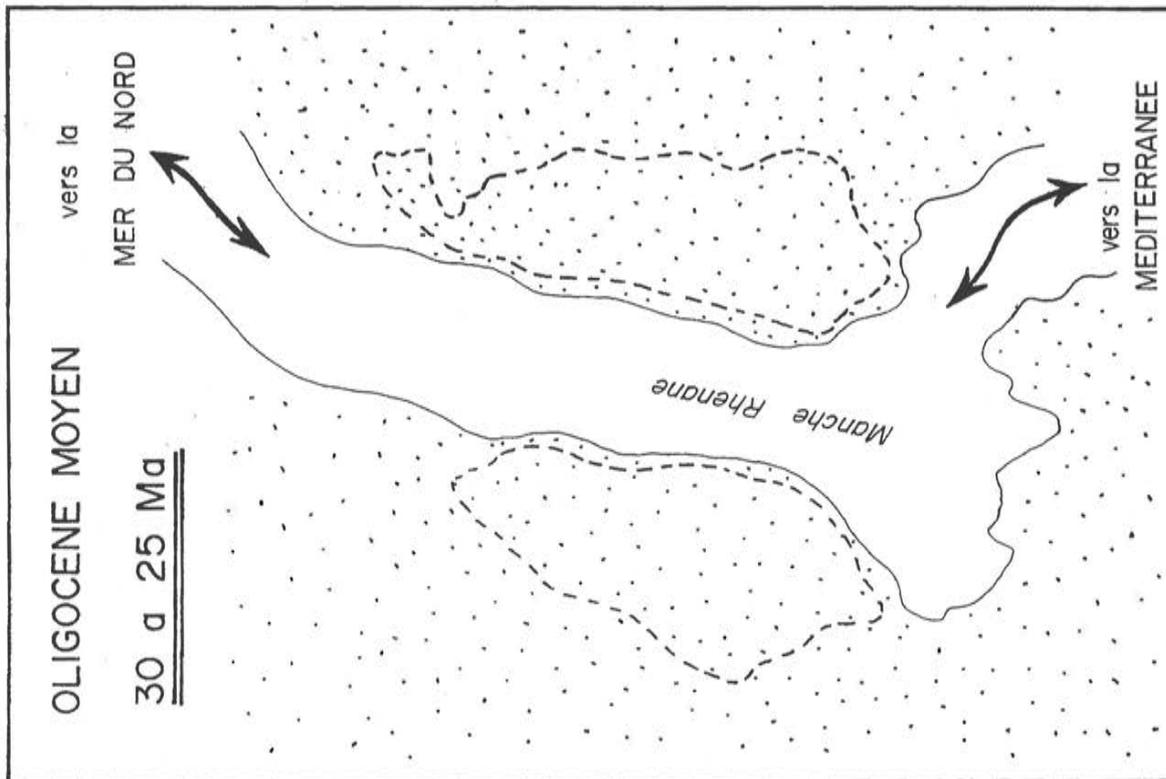


Fig. 12 - Paléogéographie du fossé rhénan à l'Oligocène moyen. Le fossé rhénan s'ouvre vers le Sud et le Nord en établissant une liaison marine entre la Mer du Nord et la Méditerranée : c'est la Manche rhénane (Düringer inédit).

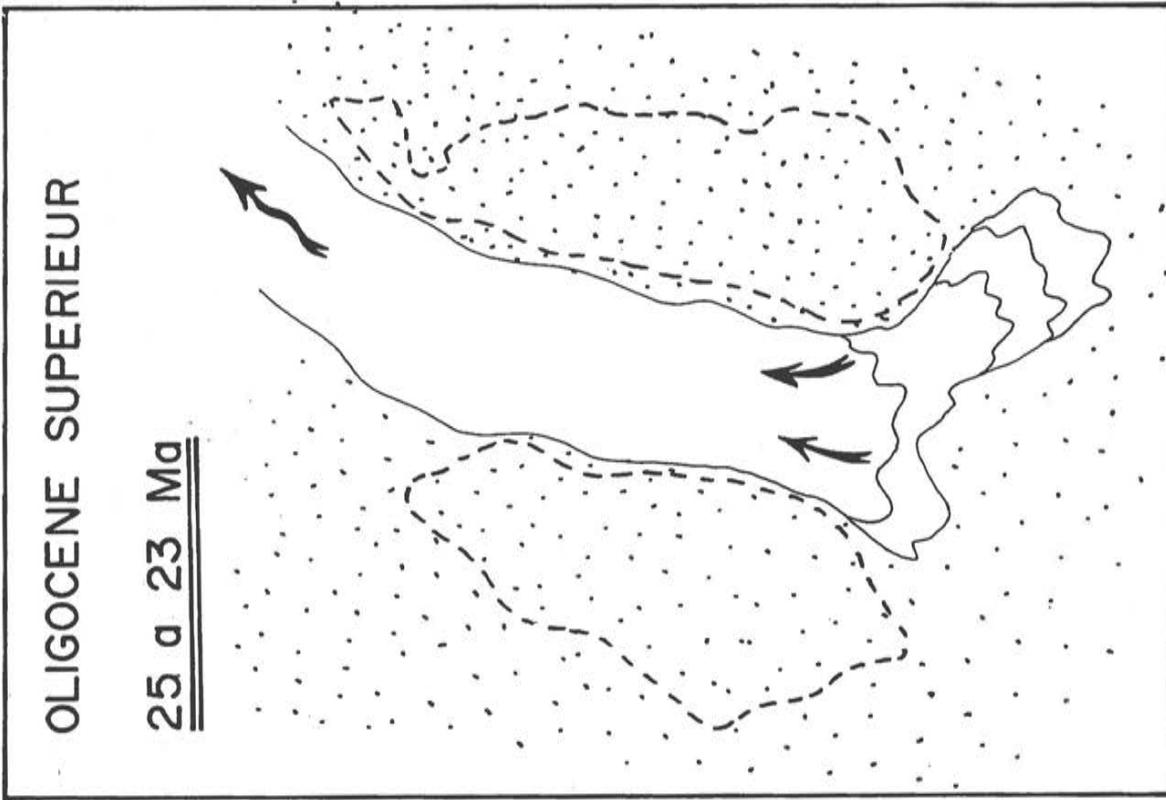


Fig. 13 - Paléogéographie du fossé rhénan à l'Oligocène supérieur. Le bassin se soulève dans sa partie méridionale et s'approfondie vers le Nord. La mer regresse et le bassin méridional se vide comme une immense cuvette laissant derrière elle des dépôts continentaux (Düringer inédit).

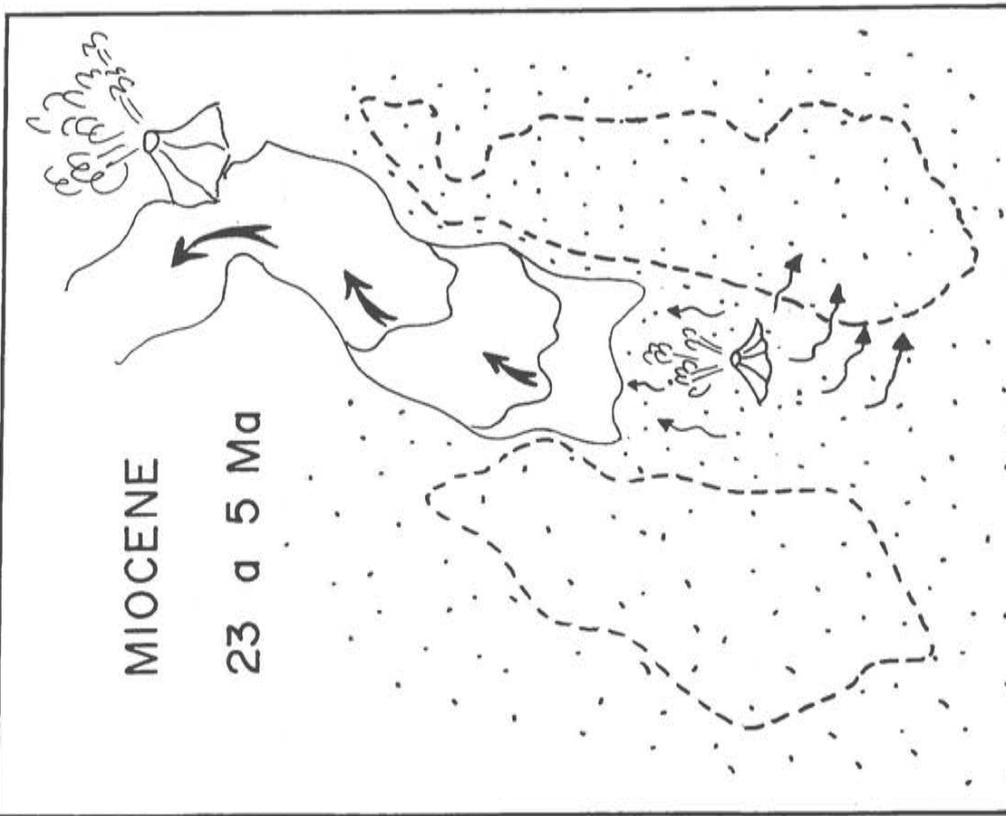


Fig. 14 - Paléogéographie du fossé rhénan au Miocène. Le retrait de la mer se poursuit et trouve un exutoire vers la Mer du Nord par le jeune fossé de la Rhénanie en même temps que se ferme le bassin de la Hesse aidé par la mise en place du volcan du Vogelsberg. Au Sud se construit l'édifice volcanique du Kaiserstuhl. Le drainage de la partie méridionale du fossé se fait par le Danube (Düringer inédit).

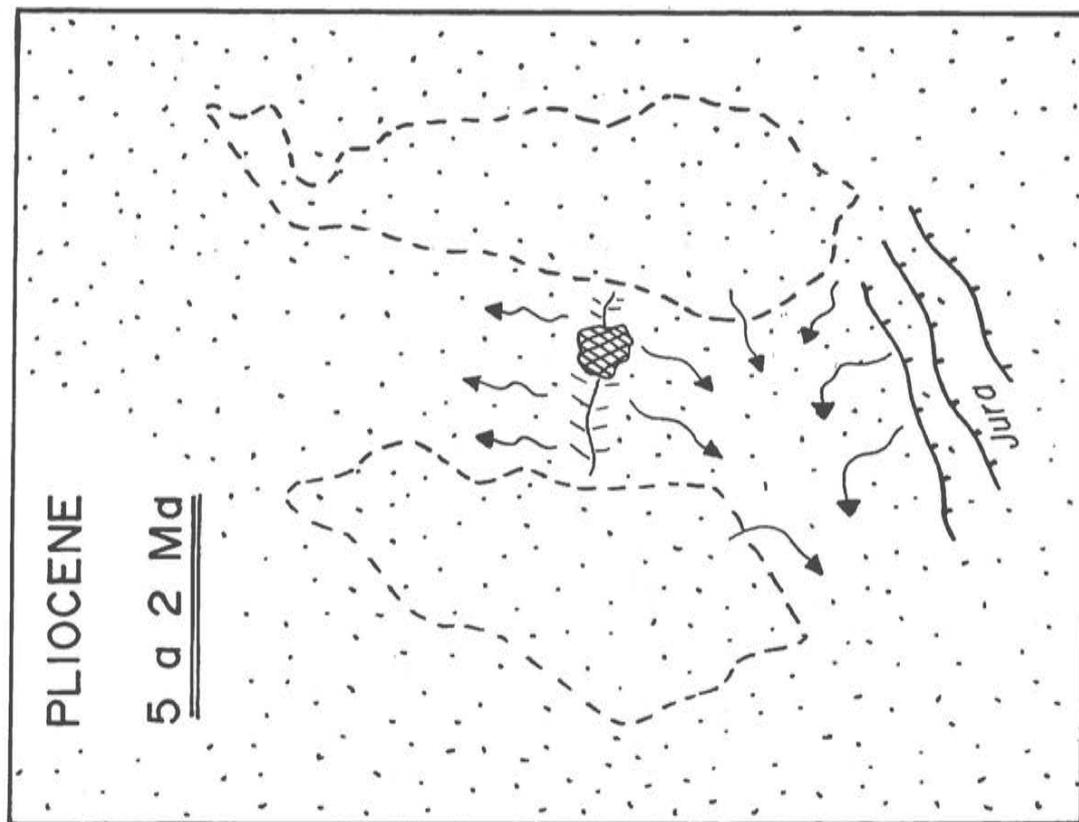


Fig. 15 - Paléogéographie du fossé rhénan au Pliocène. Le seuil de Colmar et du Kaiserstuhl forme la limite de partage des eaux Mer du Nord-Méditerranée. La formation de la chaîne du Jura ferme définitivement le fossé au Sud. Le drainage de la partie sud du fossé se fait vers la Saône (Düringer inédit).

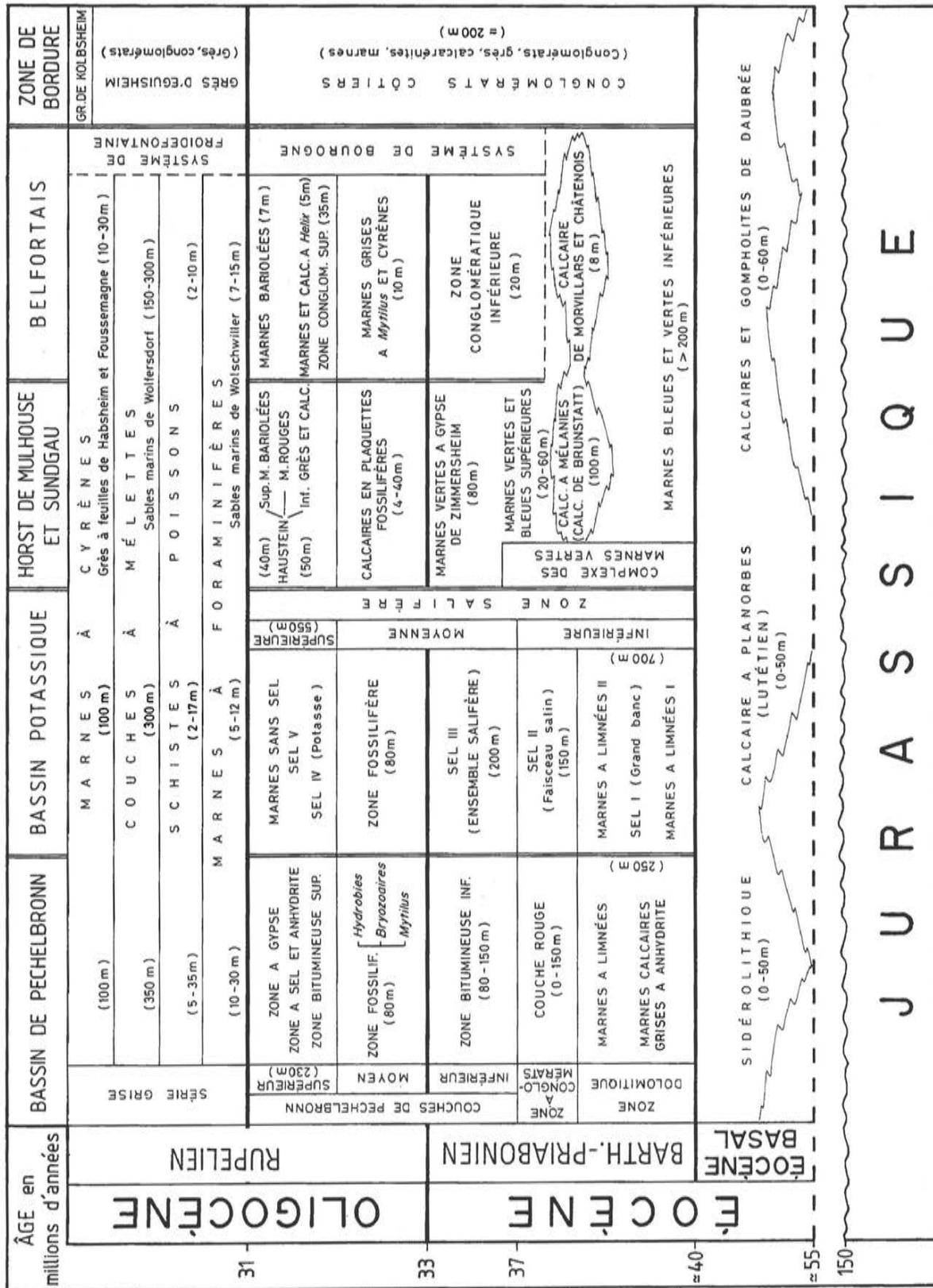


Fig. 16 - Subdivisons stratigraphiques des dépôts de l'Eocène à l'Oligocène moyen du fossé rhénan. De - 55 à - 31 millions d'années, l'extrême diversité des dépôts du Nord au Sud et de l'Est vers l'Ouest a nécessité la mise en place d'une "stratigraphie spécifique" pour tous les secteurs étudiés en détail (bassin de Pechelbronn, bassin potassique, horst de Mulhouse, Belfortais et zones de bordures). La transgression marine du Rupélien efface complètement cette diversité en déposant uniformément sur tout le bassin des faciès marno-sableux d'origine essentiellement alpine (Düringer, 1988).

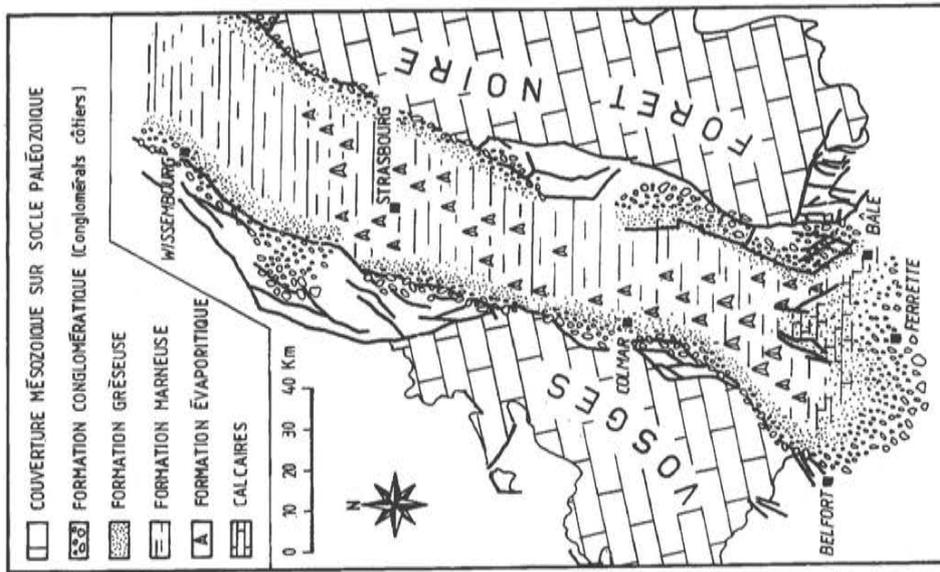


Fig. 18 - Carte paléogéographique des faciès à la limite Éocène-Oligocène. Une ceinture conglomératique (Conglomérats côtiers) borde un lac à salinité variable. Vosges et Forêt Noire forment des reliefs à couverture mésozoïque (d'après Düringer, 1988).

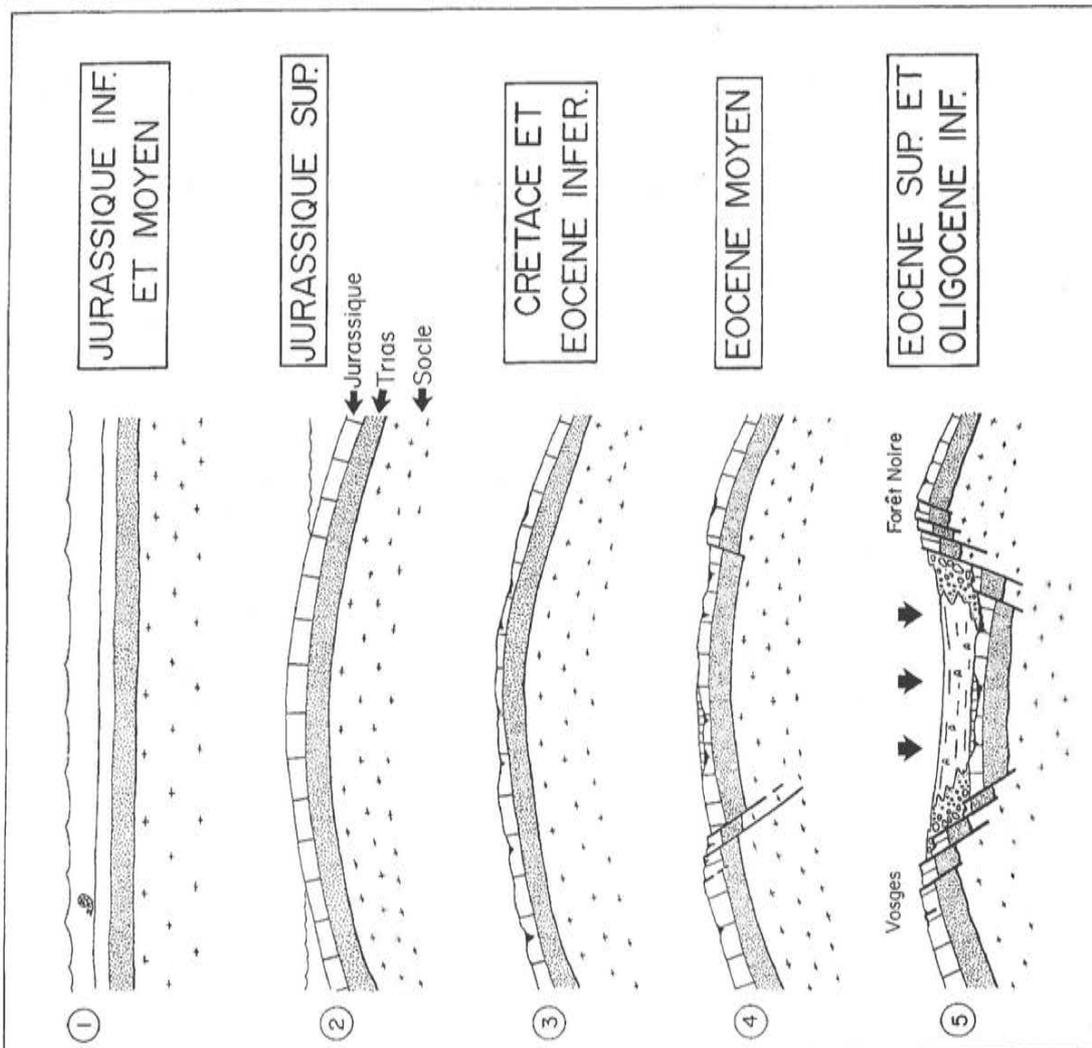


Fig. 17 - Schéma simplifié de la formation du fossé rhénan et de la mise en place des conglomérats côtiers à la périphérie d'un bassin lacustre euryhalin dans lequel vont se déposer les potasses d'Alsace (d'après Düringer, 1994).

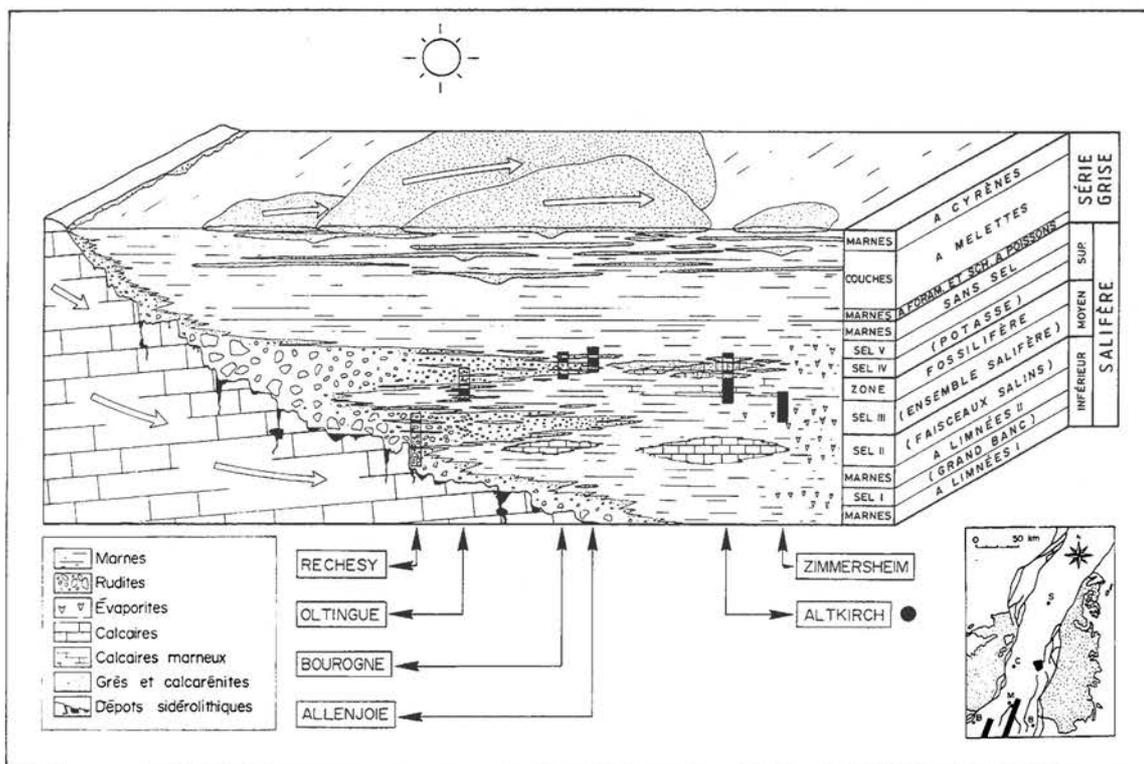


Fig. 19 - Coupe schématique W-E le long de la bordure faillée du rift montrant les variations latérales de faciès entre les formations conglomératiques de bordures (Conglomérats côtiers) et les séries marno-salifères du bassin. Affleurements marqués par un point = affleurements visités (Düringer, 1988).

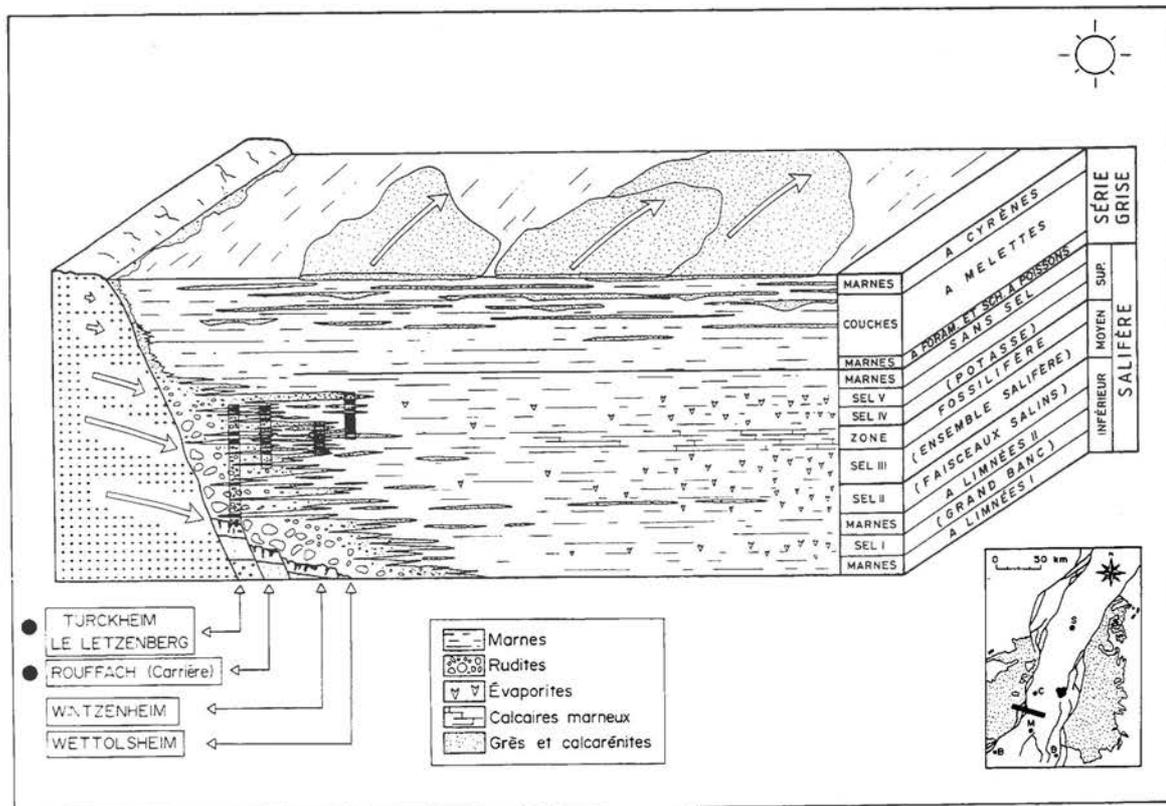


Fig. 20 - Coupe schématique NNE-SSW. Le long de cette bordure non faillée en aval de plateaux calcaires qui formeront au Pliocène le Jura, les variations latérales de faciès entre les formations conglomératiques de bordures (Conglomérats côtiers) et les séries marno-salifères et carbonatées du bassin sont beaucoup moins brutales que le long des marges faillées est et ouest. (Düringer, 1988).

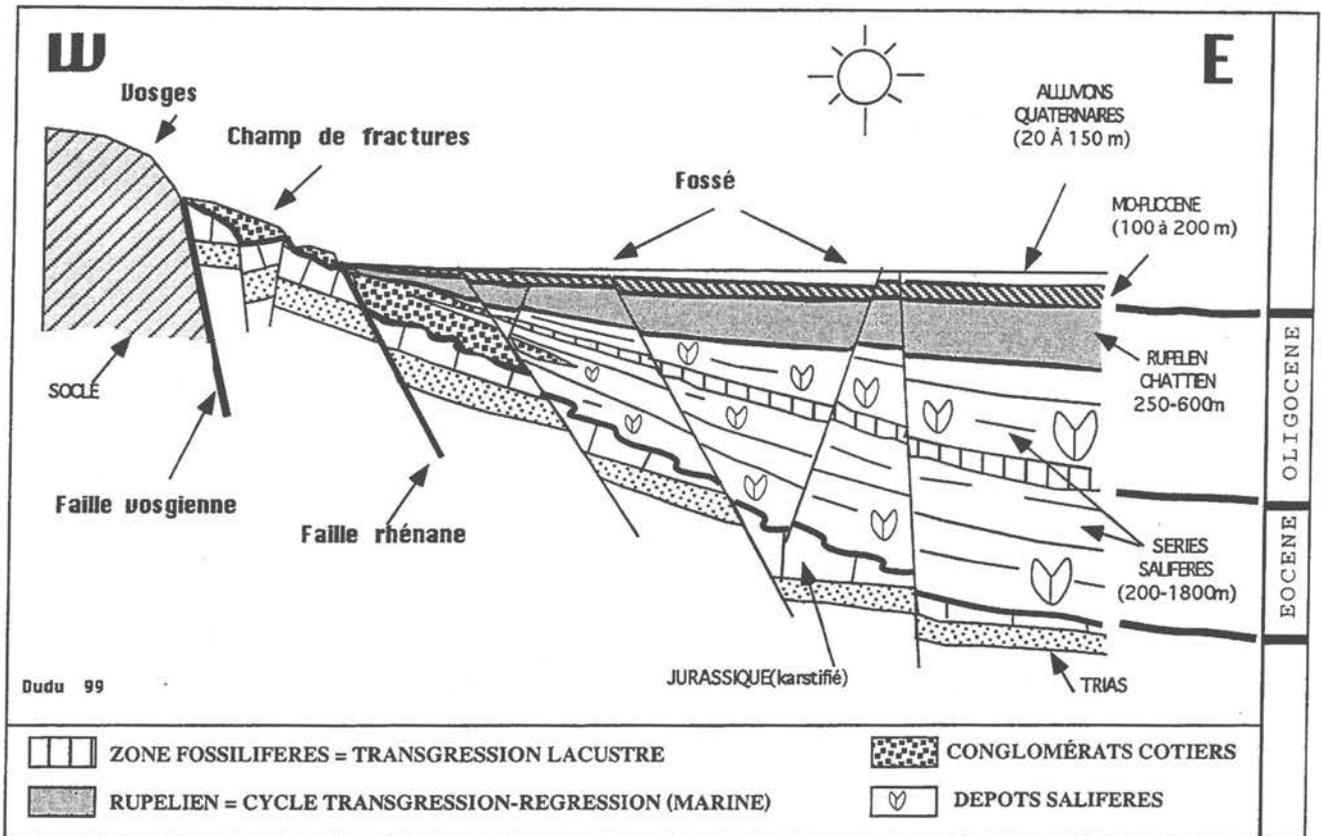


Fig. 21 - Coupe schématique W-E montrant l'importance des variations latérales d'épaisseur entre la bordure détritique et le centre du bassin de nature marno-salifère (Düringer, inédit).

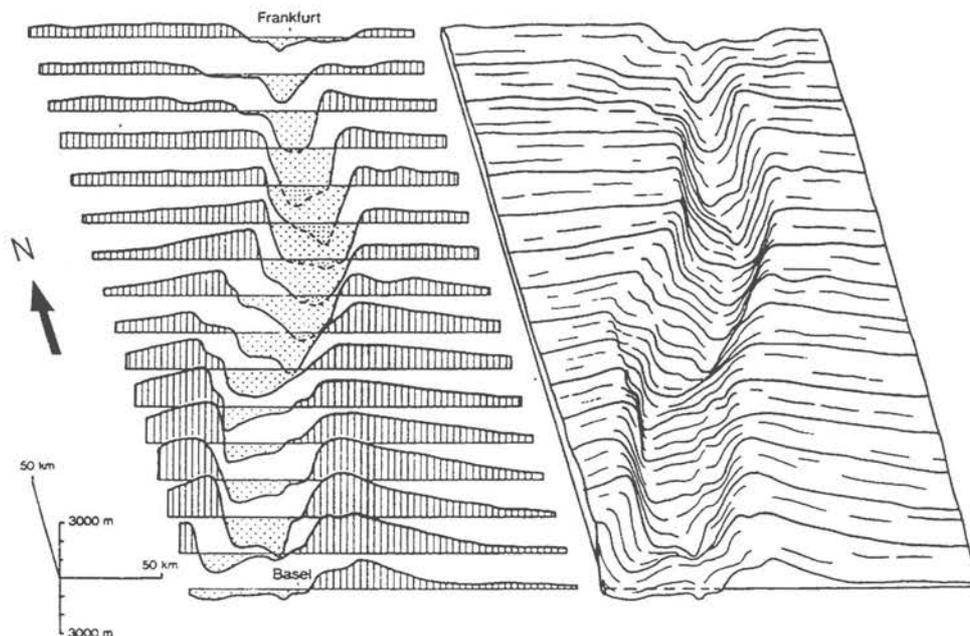


Fig. 22 - Le fossé et ses bordures entre Bâle et Francfort. A gauche : coupes séries montrant le remplissage sédimentaire (petits points) par rapport au soulèvement des bordures (hachures). A droite : modélisation de la forme du bassin rhénan, le remplissage tertiaire et quaternaire supposé enlevé (Pflug, 1982, in Sittler et al. 1985).

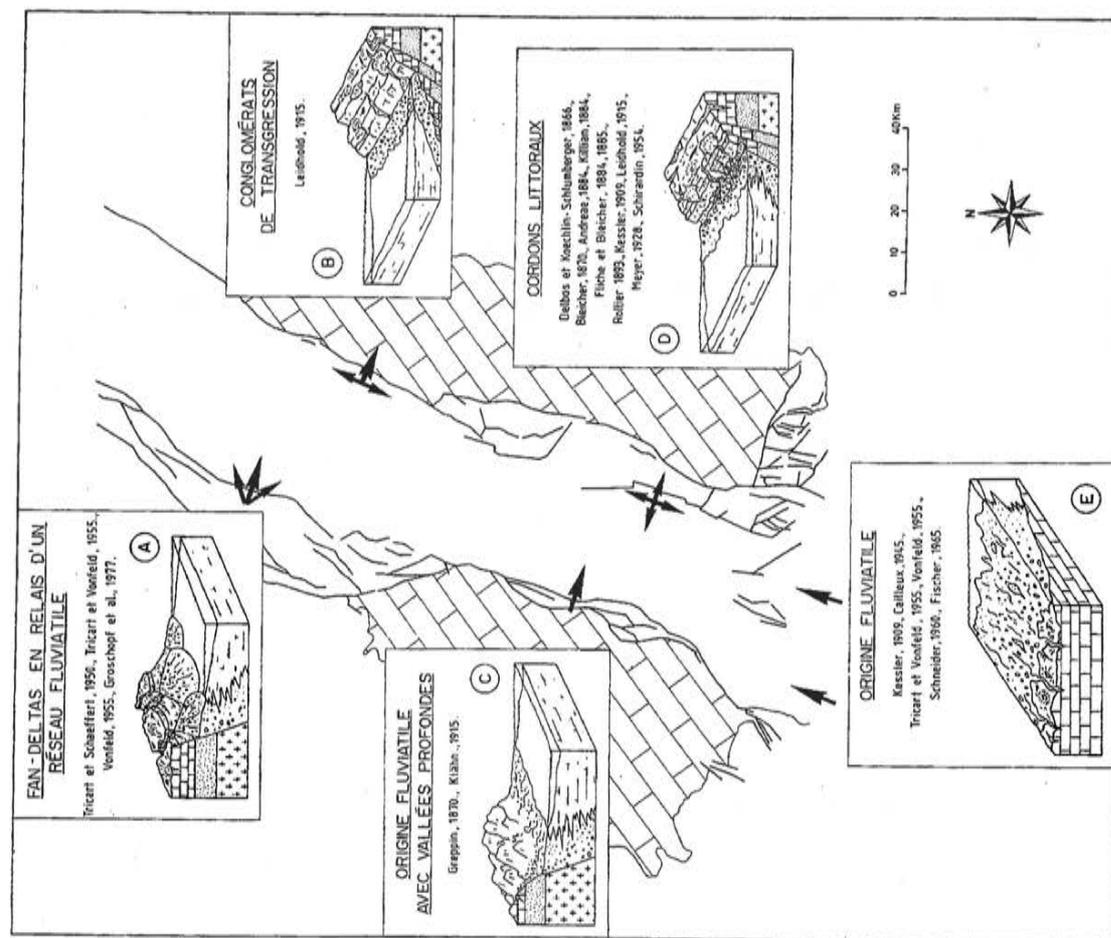


Fig. 24 - Hypothèses de genèse des Conglomérats côtiers avant 1988. Ce sont des mesures morphoscopiques effectuées sur les galets (Tricart et Vonfeld, 1955) qui ont la première fois mis à mal la théorie des galets littoraux façonnés par le mer (Düringer, 1988).

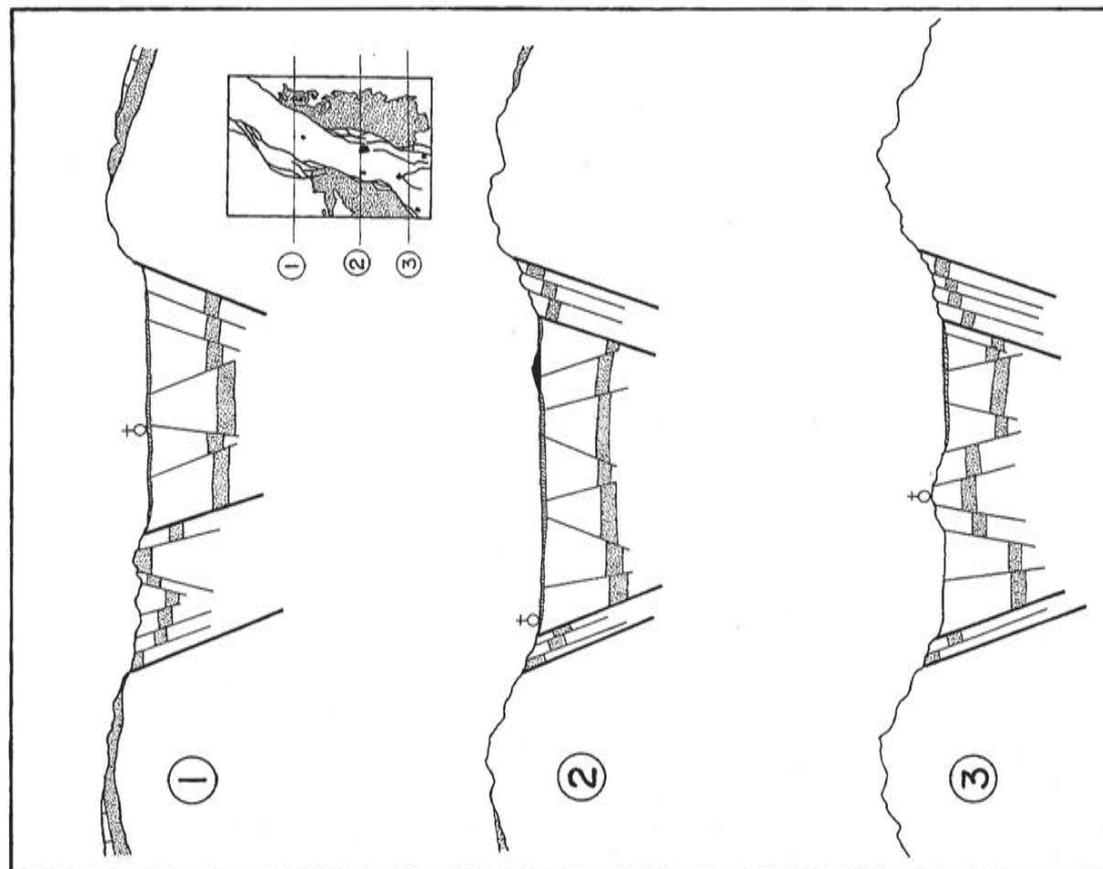


Fig. 23 - Coupes W-E très simplifiées montrant le développement très inégal des champs de fractures des bordures du fossé (1-2). Au Sud (3), le horst du Sundgau divise le fossé en deux branches : le fossé de Sierentz à l'Est et le fossé de Dannemarie à l'Ouest (Düringer inédit).

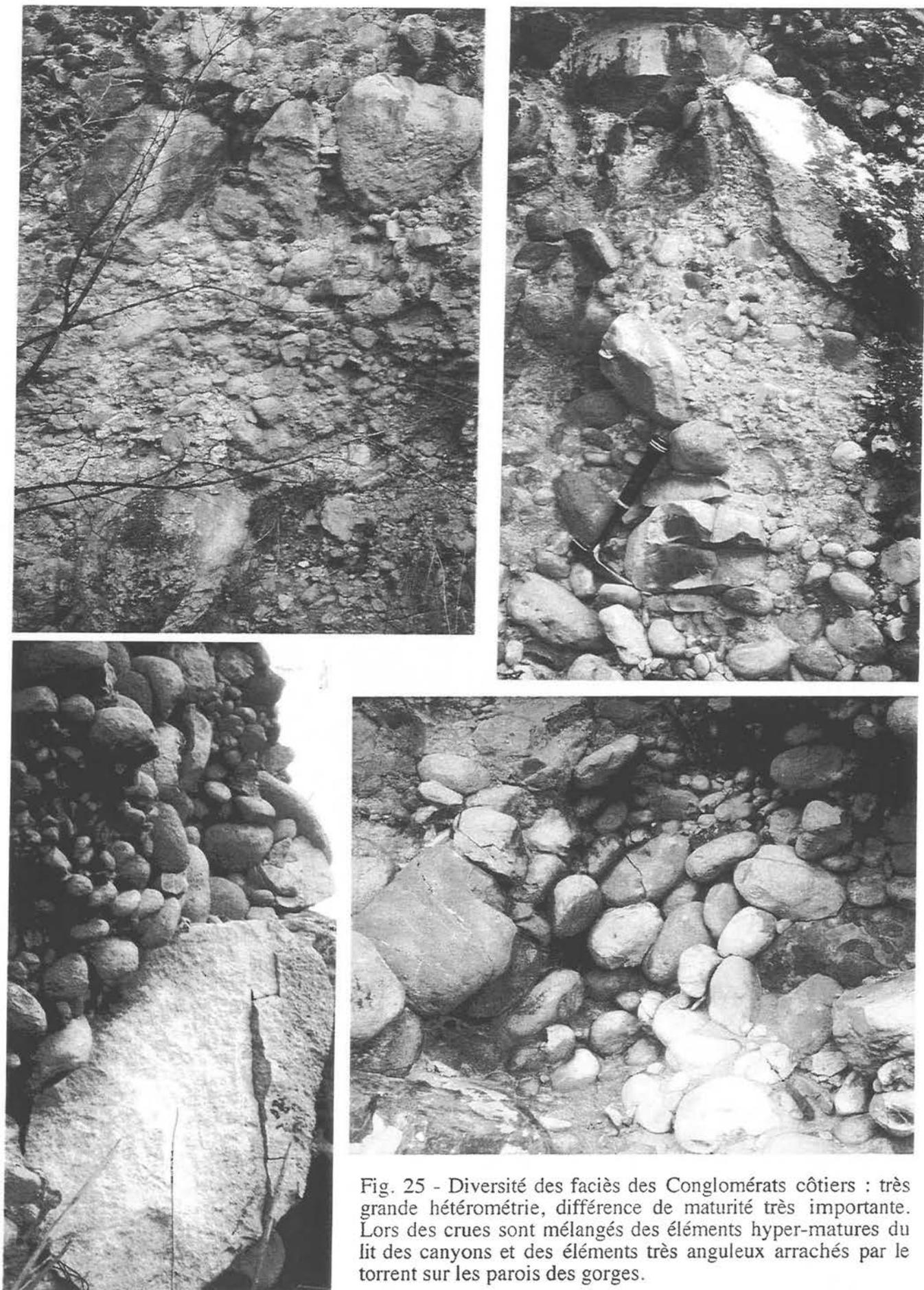


Fig. 25 - Diversité des faciès des Conglomérats côtiers : très grande hétérométrie, différence de maturité très importante. Lors des crues sont mélangés des éléments hyper-matures du lit des canyons et des éléments très anguleux arrachés par le torrent sur les parois des gorges.

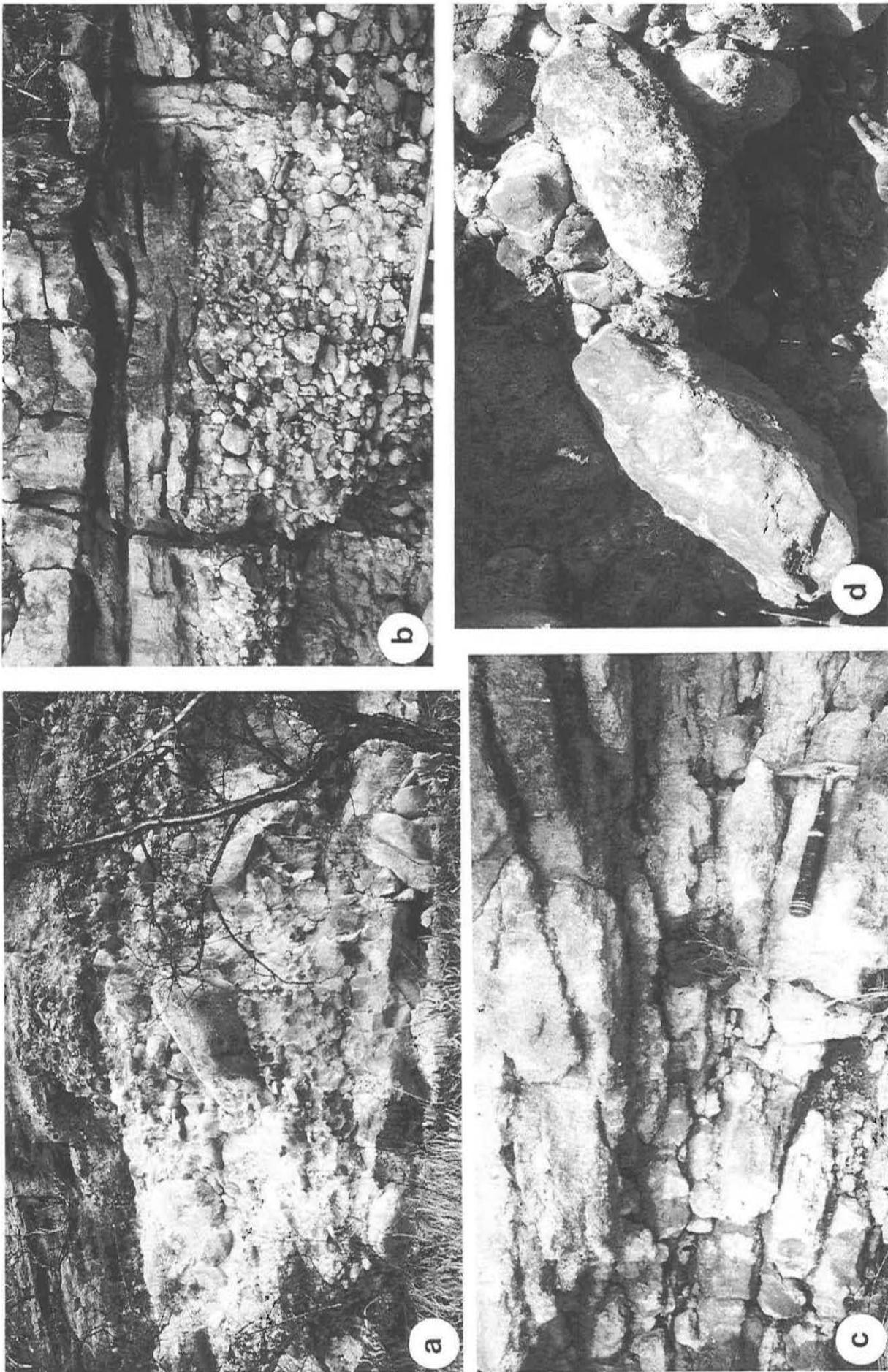


Fig. 26 - Faciès proximaux à distaux des conglomérats côtiers : a - mégaconglomérats à matrice sablo-argileuse des faciès proximaux (certains blocs mesurent plus de 2 m); b - conglomérats à galets jointifs et grès des faciès médians; c - grès grossiers à fins des faciès distaux; d - détail des imbrications des galets (taille des éléments : 45 cm).

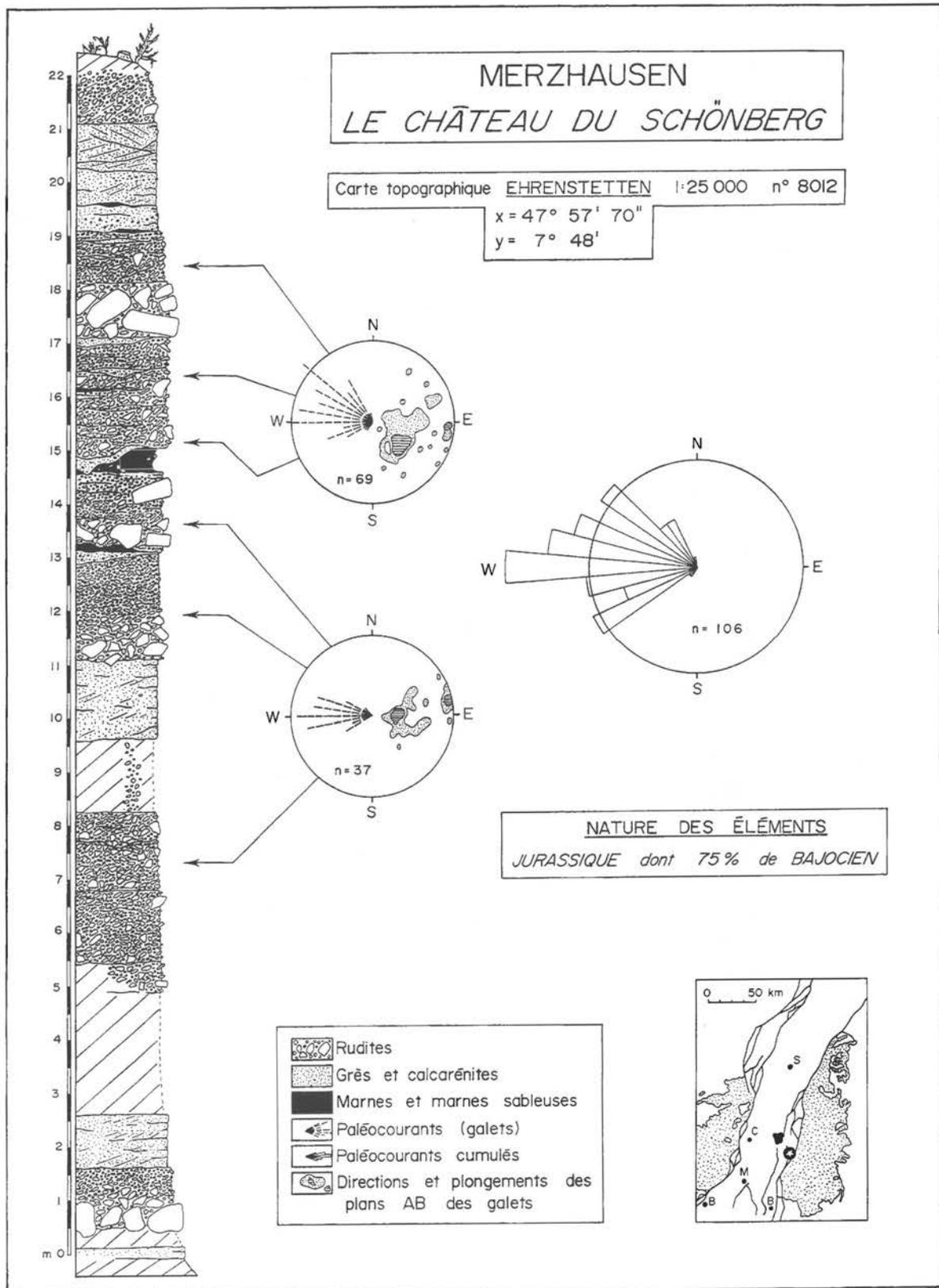


Fig. 27 - Coupe située le long de la bordure orientale du rift montrant, les paléocourants (mesurés sur l'imbrication des galets) dirigés vers l'Ouest (des bordures vers le bassin) (Düringer, 1988).

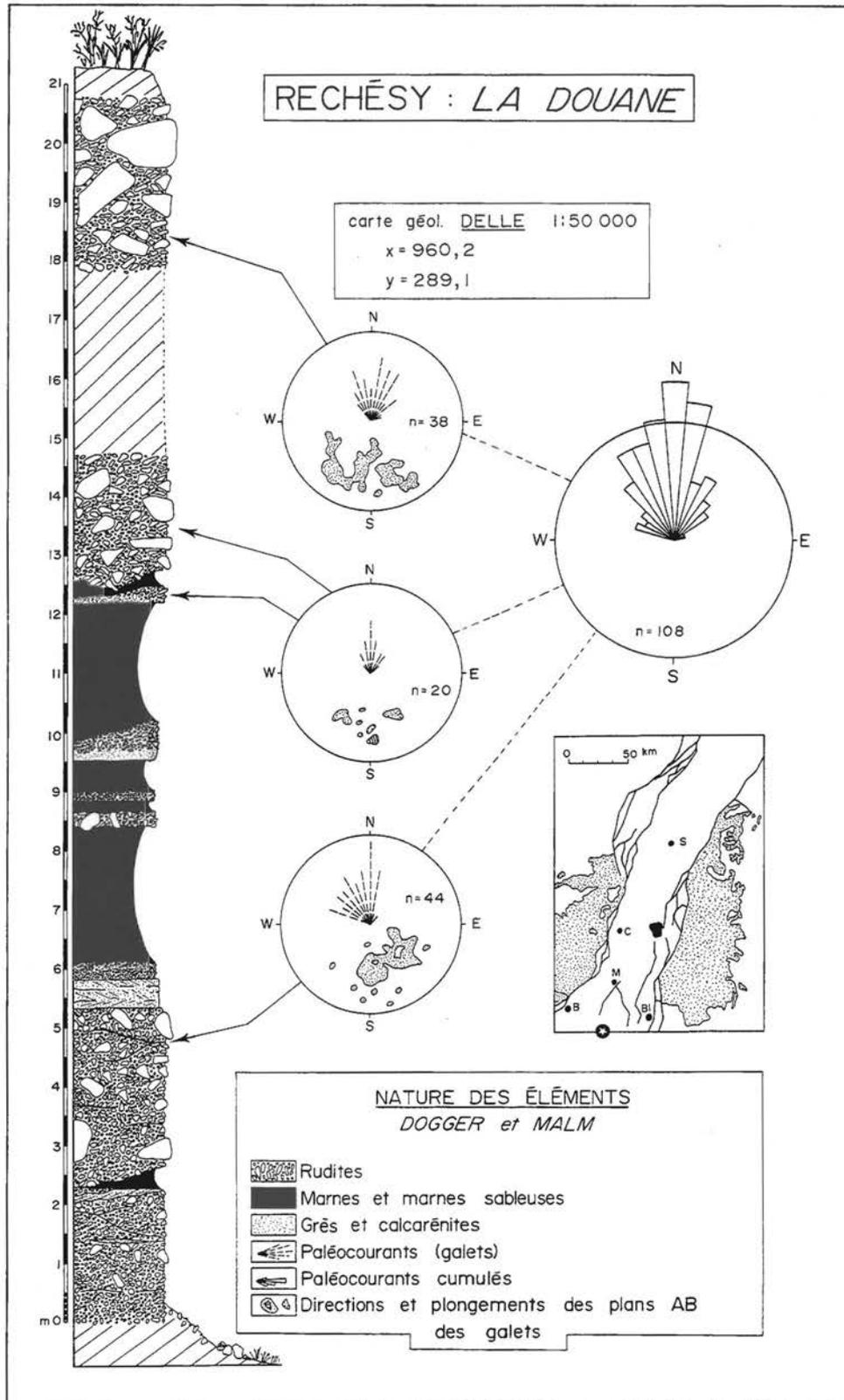


Fig. 28 - Coupe située le long de la bordure méridionale du rift (bordure non faillée), montrant les paléocourants (mesurés sur l'imbrication des galets) dirigés vers le Nord (des bordures vers le bassin) (Duringer, 1988).

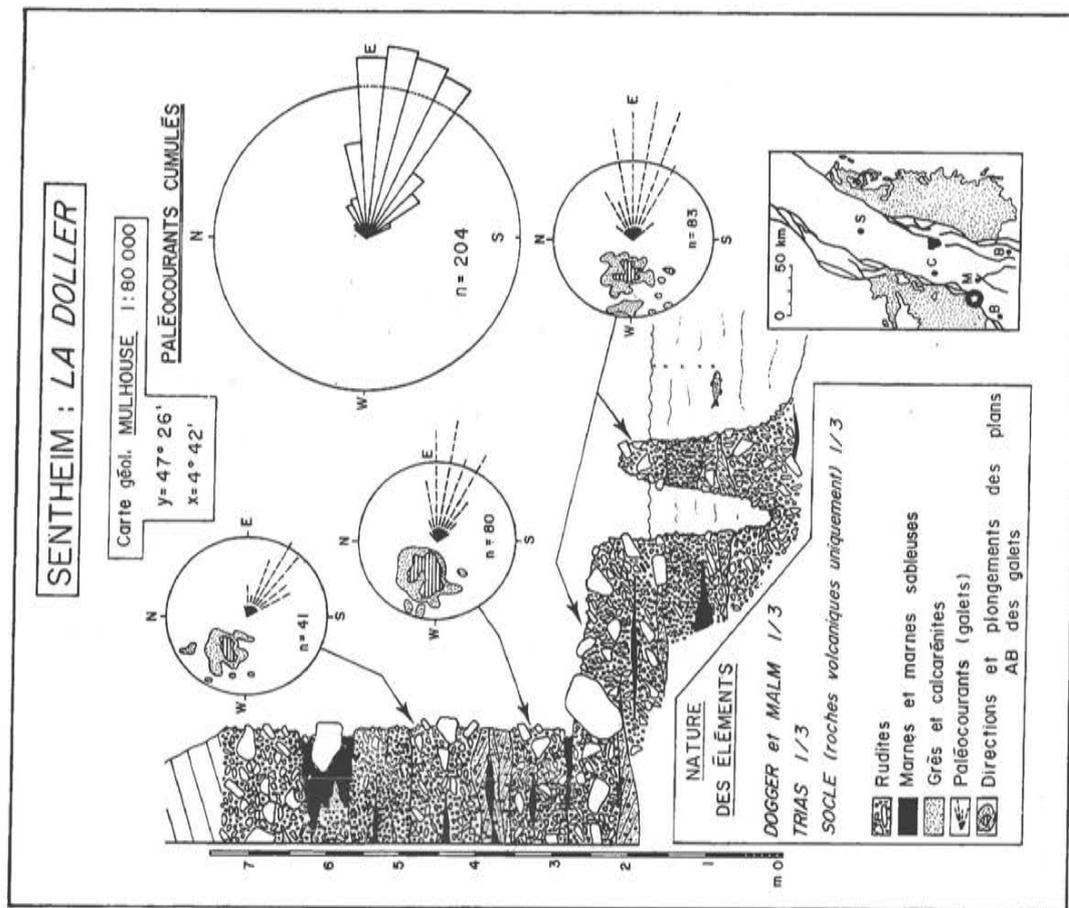
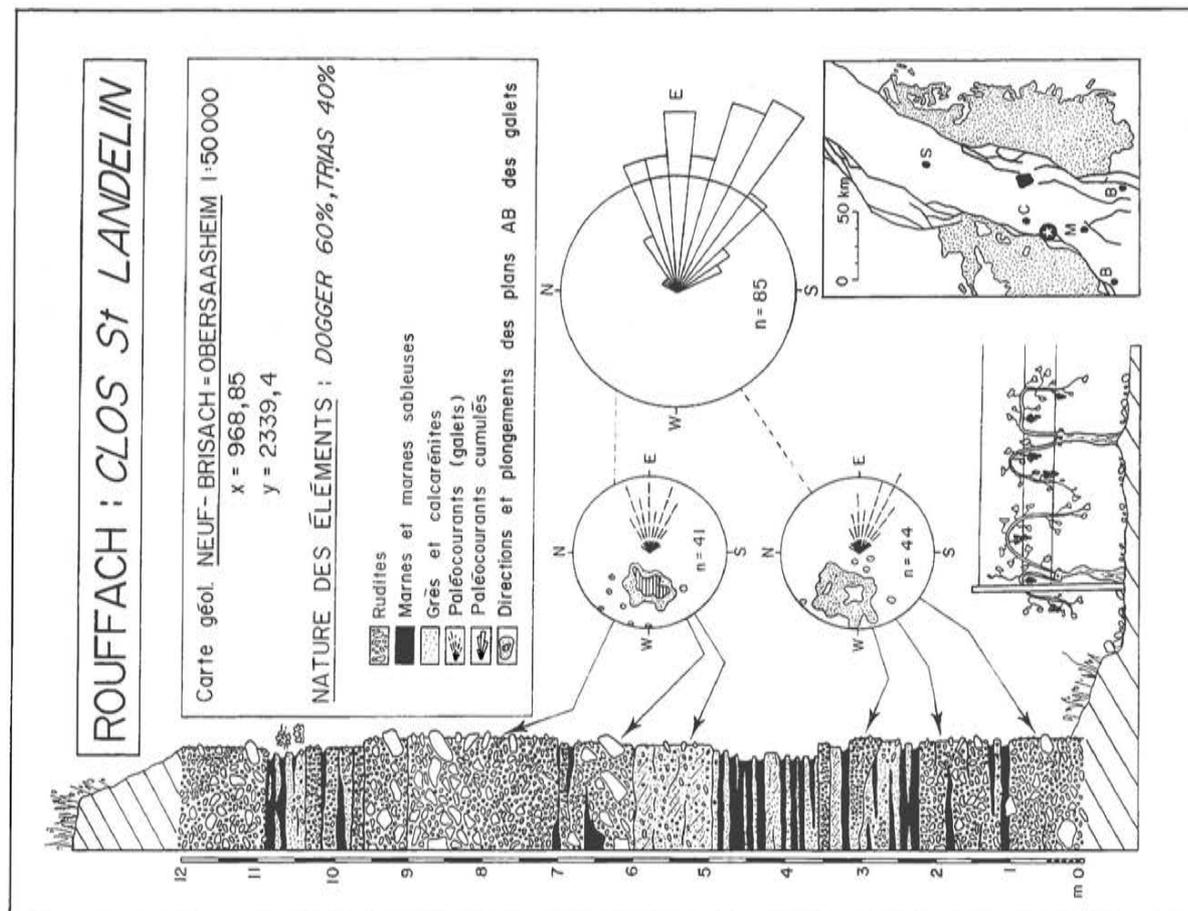


Fig. 29 et 30 - Coupes situées le long de la bordure occidentale du rift montrant les paléocourants (mesurés sur l'imbrication des galeits) dirigés vers l'Est (des bordures vers le bassin) (Düringer, 1988).

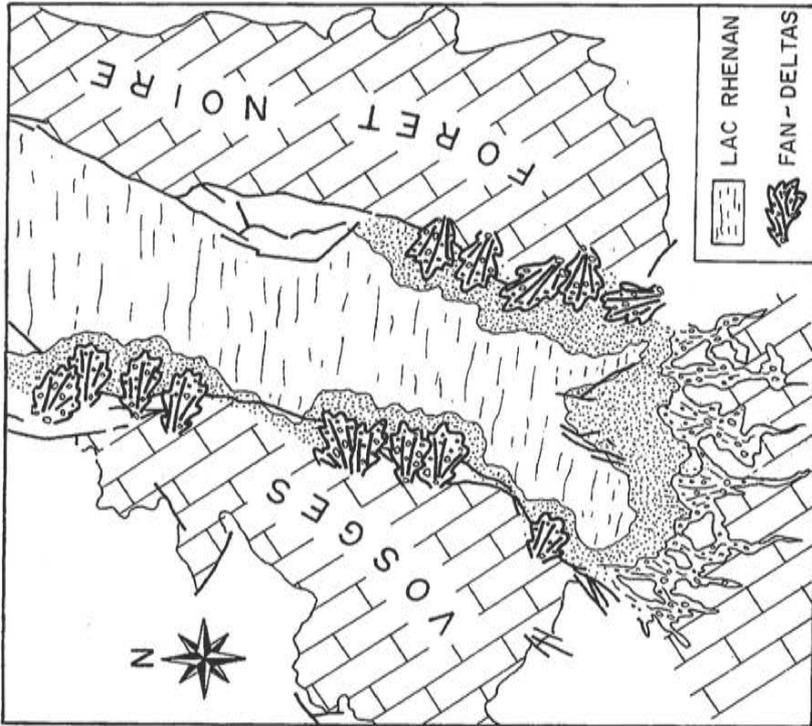


Fig. 32 - Reconstitution géodynamique du bassin rhénan à l'époque de la mise en place des Conglomérats côtiers (Düringer, 1988). A cette époque (Eocène supérieur-Oligocène inférieur), le fossé rhénan est occupé par un lac à salinité variable. Le long des bordures faillées du rift (bordures Est et Ouest), se développent d'énormes cônes conglomératiques (fan-deltas). Ces cônes montrent des variations latérales de faciès brutales puisqu'on passe des faciès proximaux à mégaconglomérats aux grès distaux en quelques kilomètres. Le long de la bordure méridionale (bordure non faillée) se développe un large delta à pente très faible. Contrairement aux bordures faillées du rift, les passages latéraux entre les faciès conglomératiques et les grès s'effectuent sur une bonne vingtaine de kilomètres.

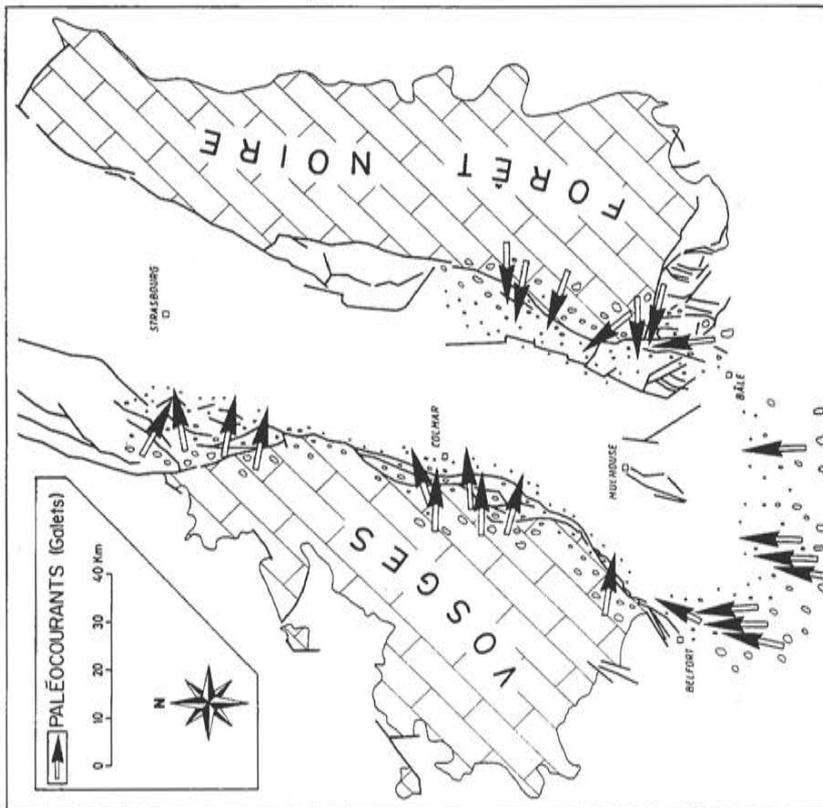


Fig. 31 - Distribution des paléocourants au sein des conglomérats côtiers (Düringer, 1988). Ils montrent un écoulement unidirectionnel des bordures du rift vers le bassin. Cette observation infirme l'hypothèse de "conglomérats côtiers" au sens strict du terme (galets de type "Etretat" déposés et façonnés par la houle, par des courants littoraux ou par des mouvements de marée dont les paléocourants seraient en partie bipolaires et /ou parallèles à la côte). La répartition périphérique des galets au Sud du fossé montre que la partie méridionale du fossé était un "cul de sac. L'absence d'affleurement au niveau de la "trouée de Bâle" est dû à l'érosion du Rhin pendant le Quaternaire.

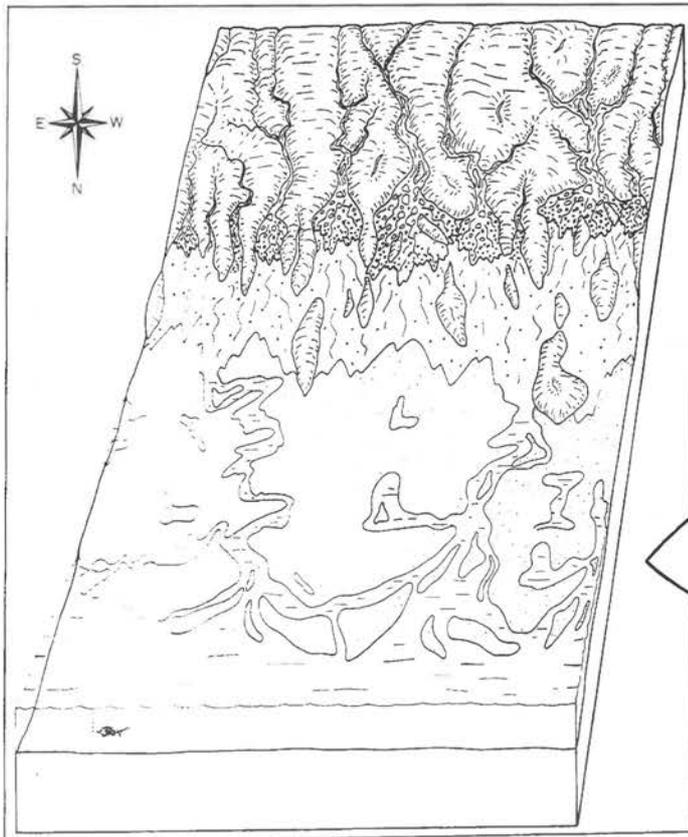
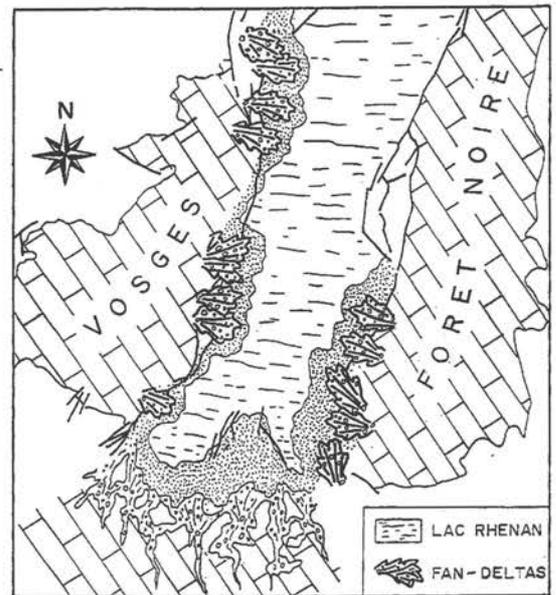
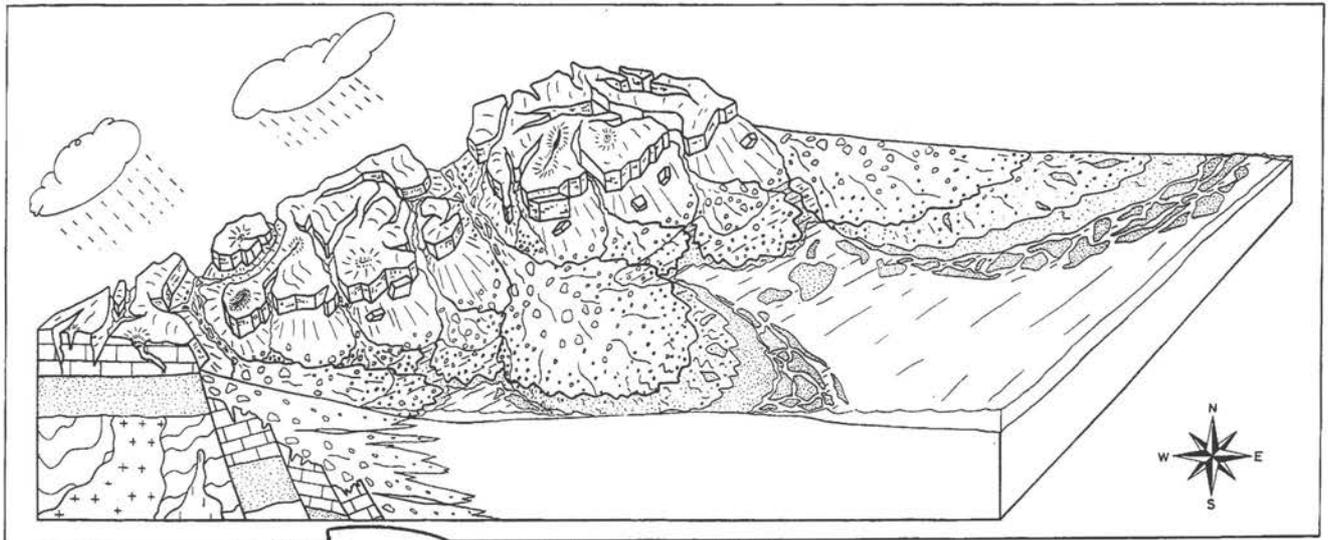


Fig. 33 - Modèles de dépôt des formations détritiques des bordures du rift rhénan à la limite Eocène-Oligocène (Düringer, 1988).

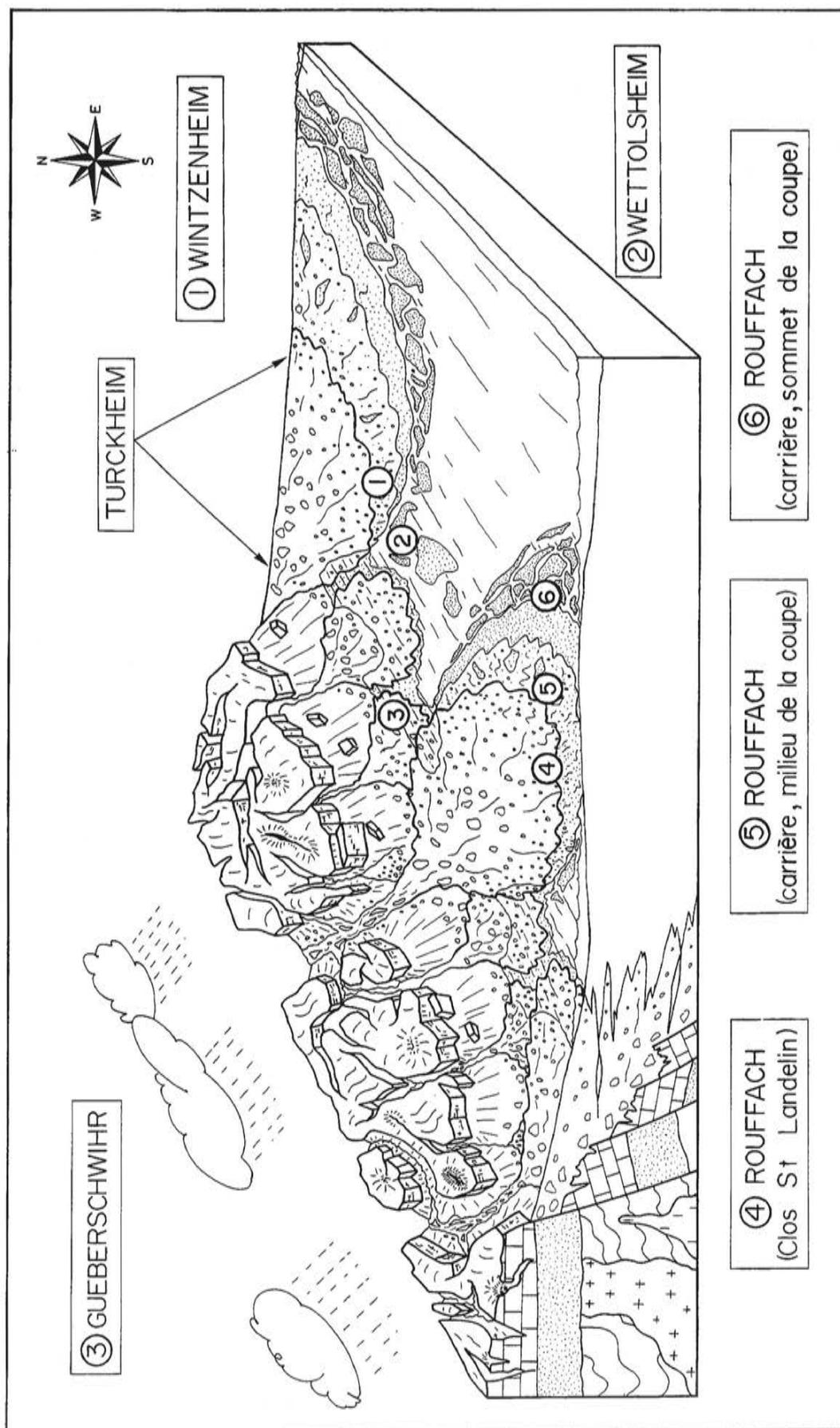


Fig. 34 - Modèle de dépôt des fan-deltas de la bordure vosgienne avec localisation, en fonction des faciès de dépôt, des principaux affleurements (Düringer, 1988).

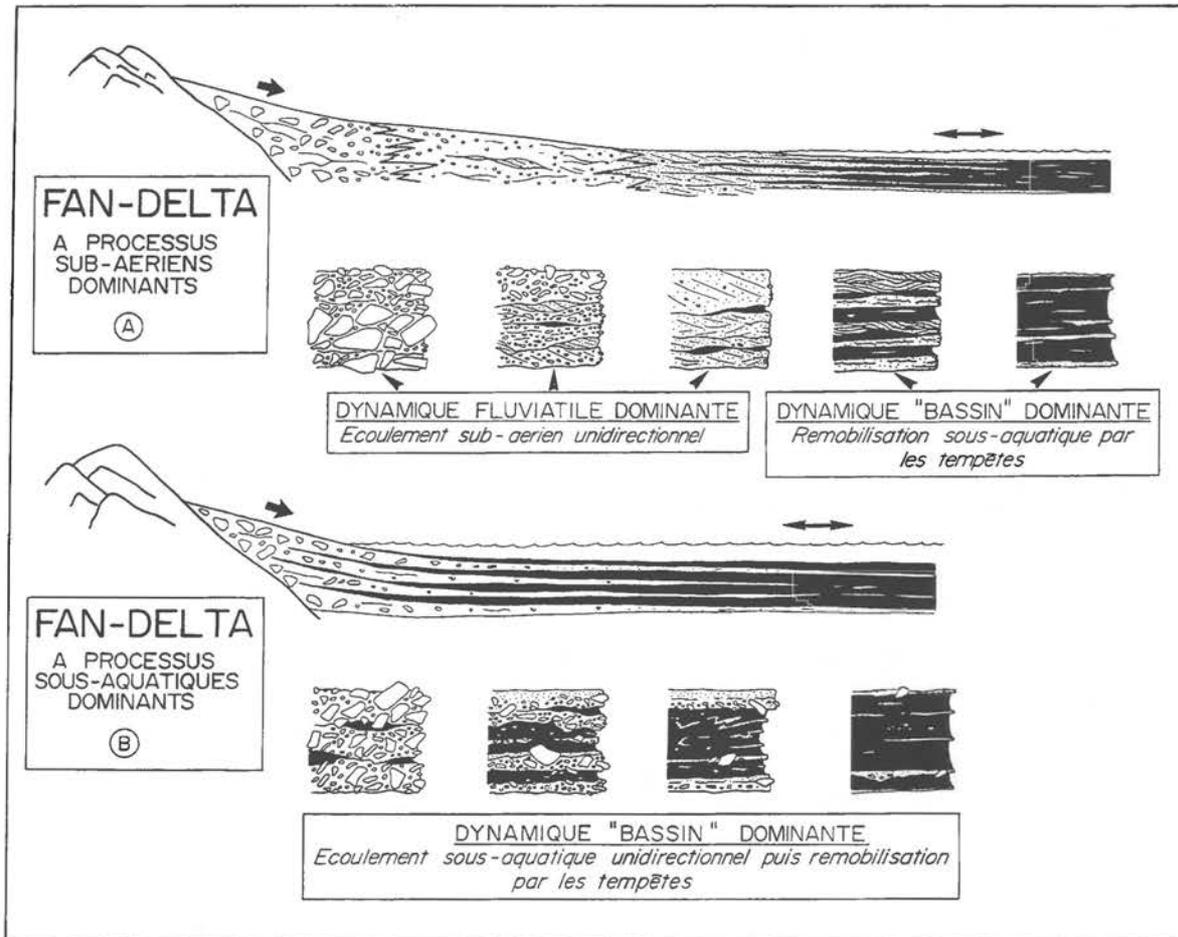


Fig. 35 - Coupe schématique des faciès de fan-deltas des bordures faillées du rift à la limite Eocène-Oligocène (Düringer, 1988).

A - Le cône est bien développé, l'essentiel des dépôts se fait en domaine sub-aérien. De la bordure vers le bassin se succèdent les mégaconglomérats, les conglomérats, les grès à litages obliques et les alternances marno-gréseuses. Seules ces dernières, déposées et remaniées en domaine littoral par les tempêtes sont interstratifiées de marnes. Ce type de cône se développe particulièrement bien lorsque le plan d'eau est bas ou lors des phases d'apports sédimentaires importants.

B - Dans le cas de petits fan-deltas qui se développent immédiatement en bordure du plan d'eau ou lors de phases lacustres transgressives (niveau du plan d'eau très élevé), les écoulements conglomératiques pénètrent et se poursuivent dans l'eau. Les marnes lacustres sont par conséquent interstratifiées par des bancs conglomératiques. Lors des tempêtes, ces conglomérats peuvent être remaniés et former les doublets "conglomérat-grès" (voir figure 40)

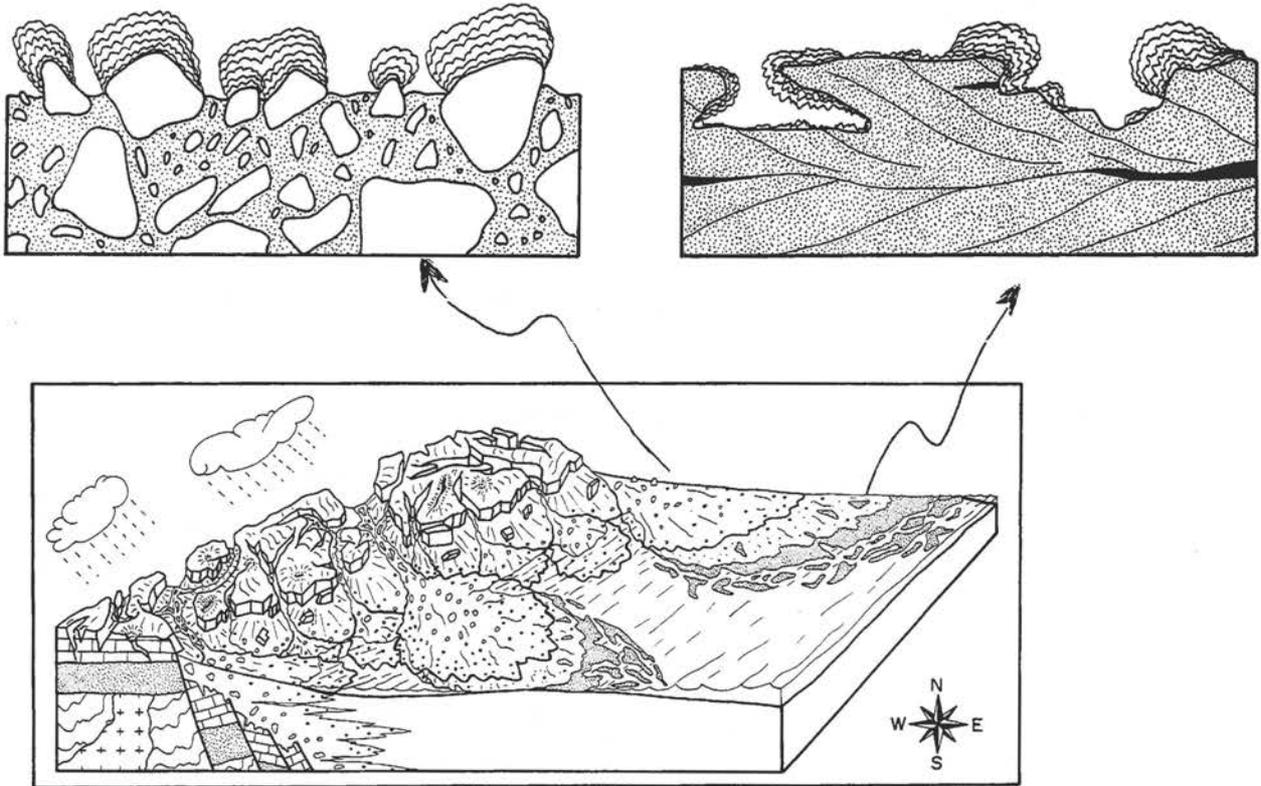


Fig. 36 - Exemples d'encroûtements stromatolitiques sur les grès et les conglomérats par suite de l'ennoyage des cônes détritiques lors des phases de transgression lacustre (Düringer et Gall, 1993).

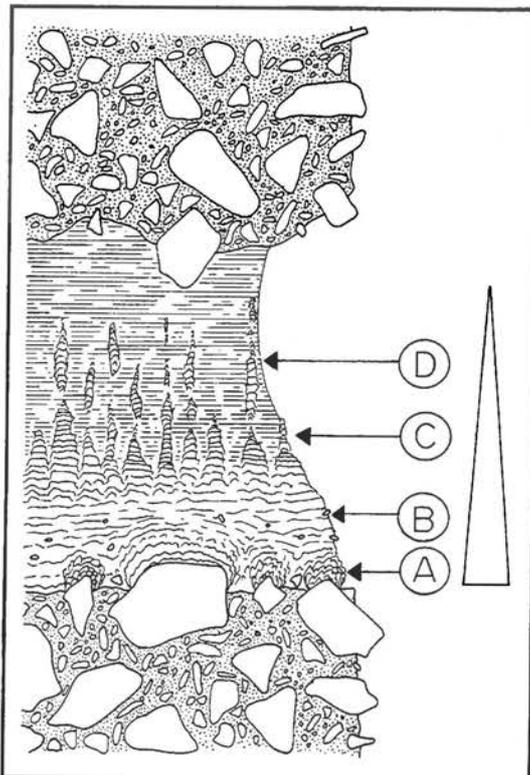


Fig. 37 - Séquence stromatolitique formée lors d'une transgression lacustre. Après la mise en eau, les stromatolites adoptent une stratégie de croissance en lamines planes ou ondulantes. Lors de l'augmentation de la tranche d'eau, les stromatolites réagissent contre l'enfouissement par les marnes et la diminution progressive de la lumière en adoptant une croissance en piliers de plus en plus fins jusqu'à disparaître complètement (Düringer et Gall, 1993)

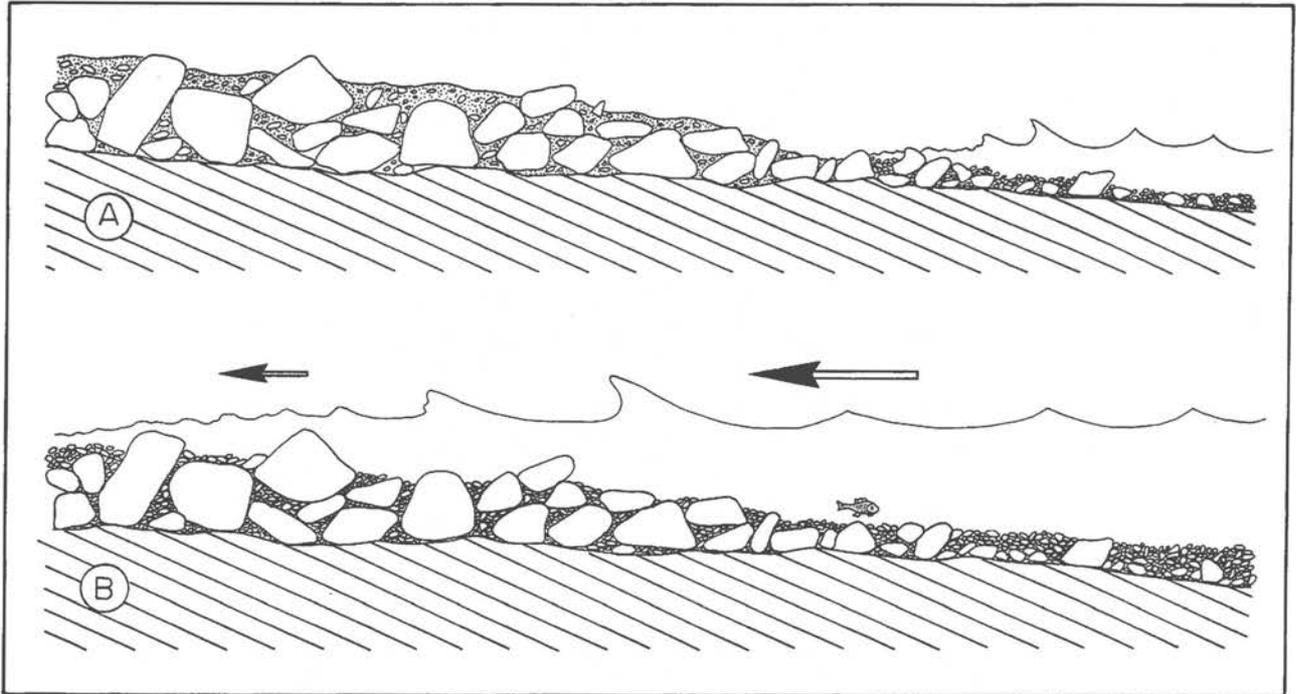


Fig. 38 - Formation des conglomérats à mégablocs cimentés par des galets plats calibrés par suite d'une transgression lacustre. Ces affleurements sont assez rares (Düringer, 1988).

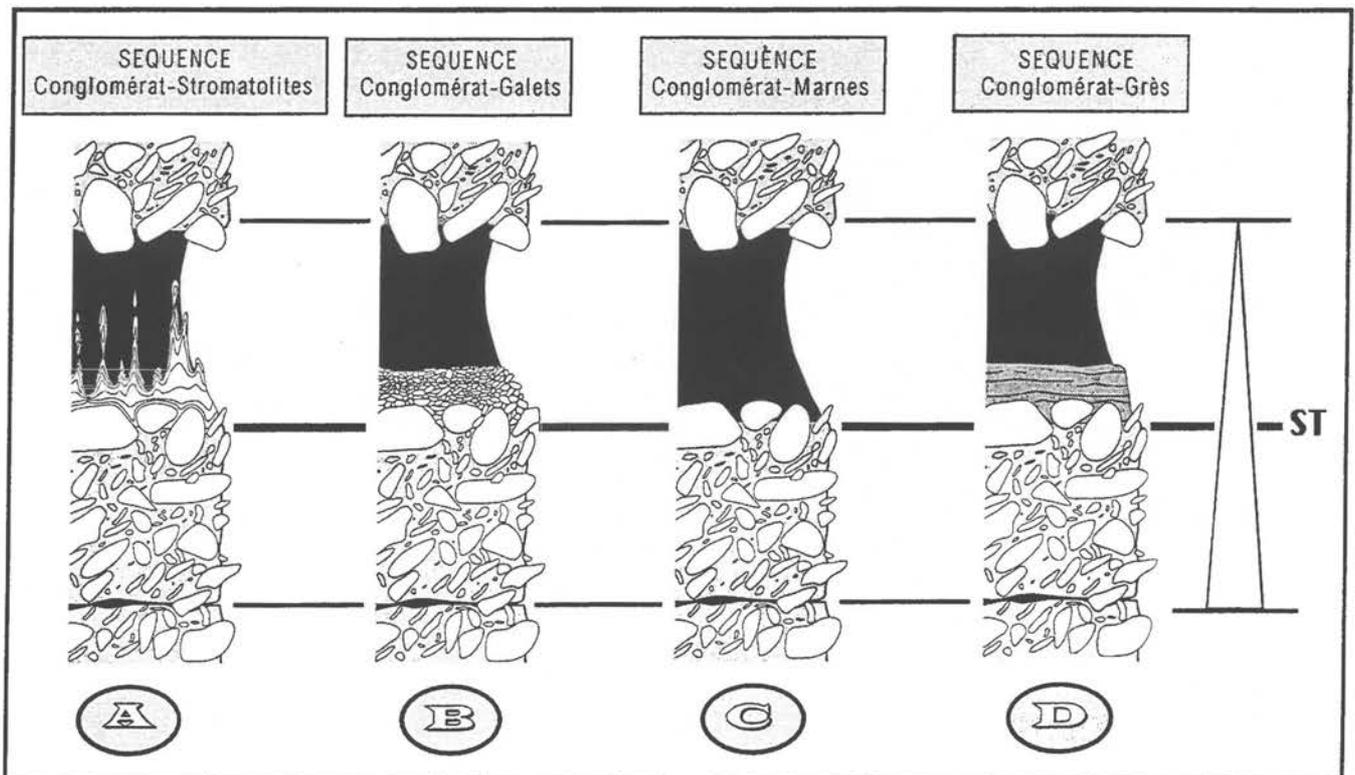


Fig. 39 - Quatre modèles de séquences transgressives (Düringer inédit).

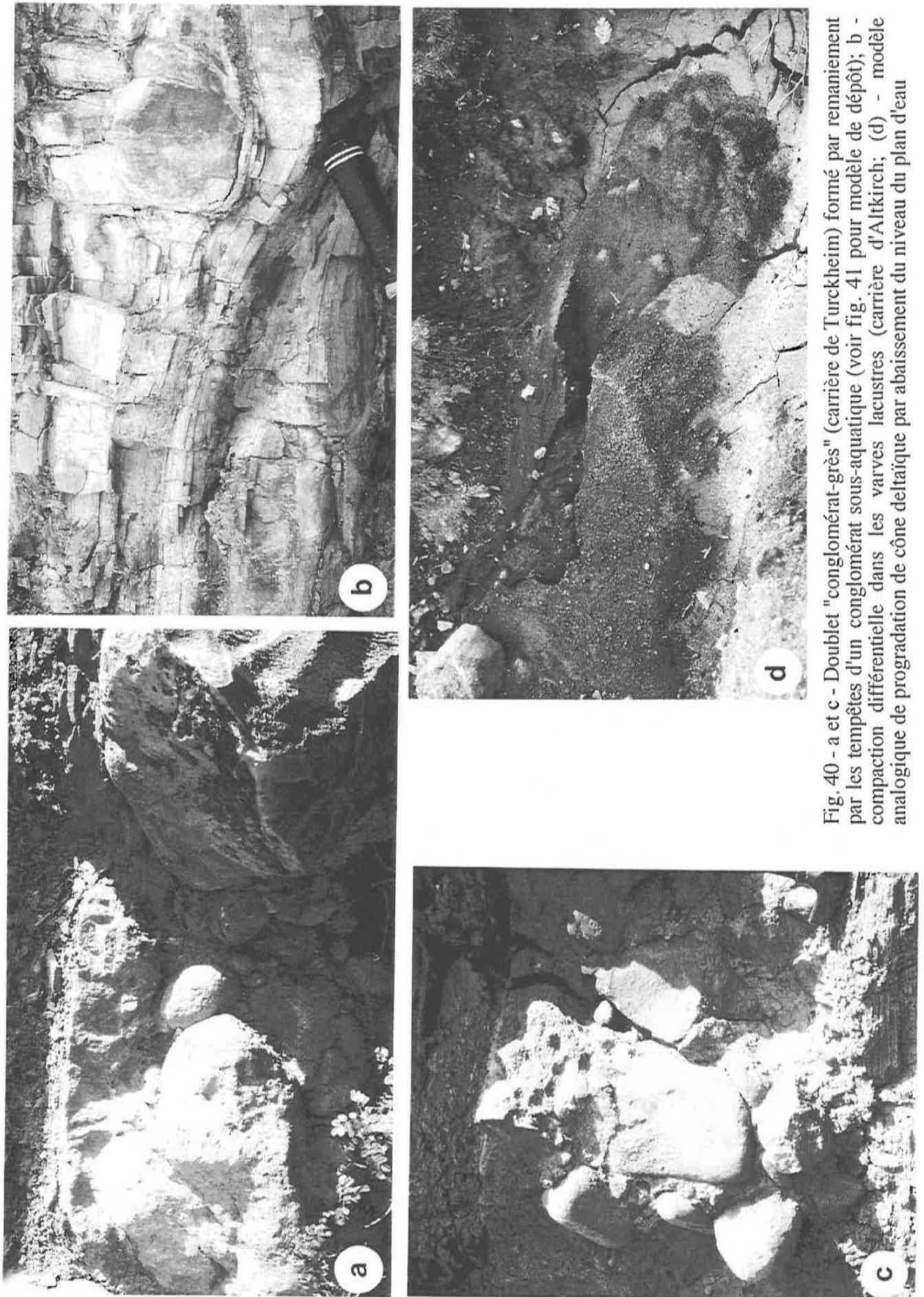


Fig. 40 - a et c - Doublet "conglomérat-grès" (carrière de Turckheim) formé par remaniement par les tempêtes d'un conglomérat sous-aquatique (voir fig. 41 pour modèle de dépôt); b - compaction différentielle dans les varves lacustres (carrière d'Altkirch); (d) - modèle analogique de progradation de cône deltaïque par abaissement du niveau du plan d'eau

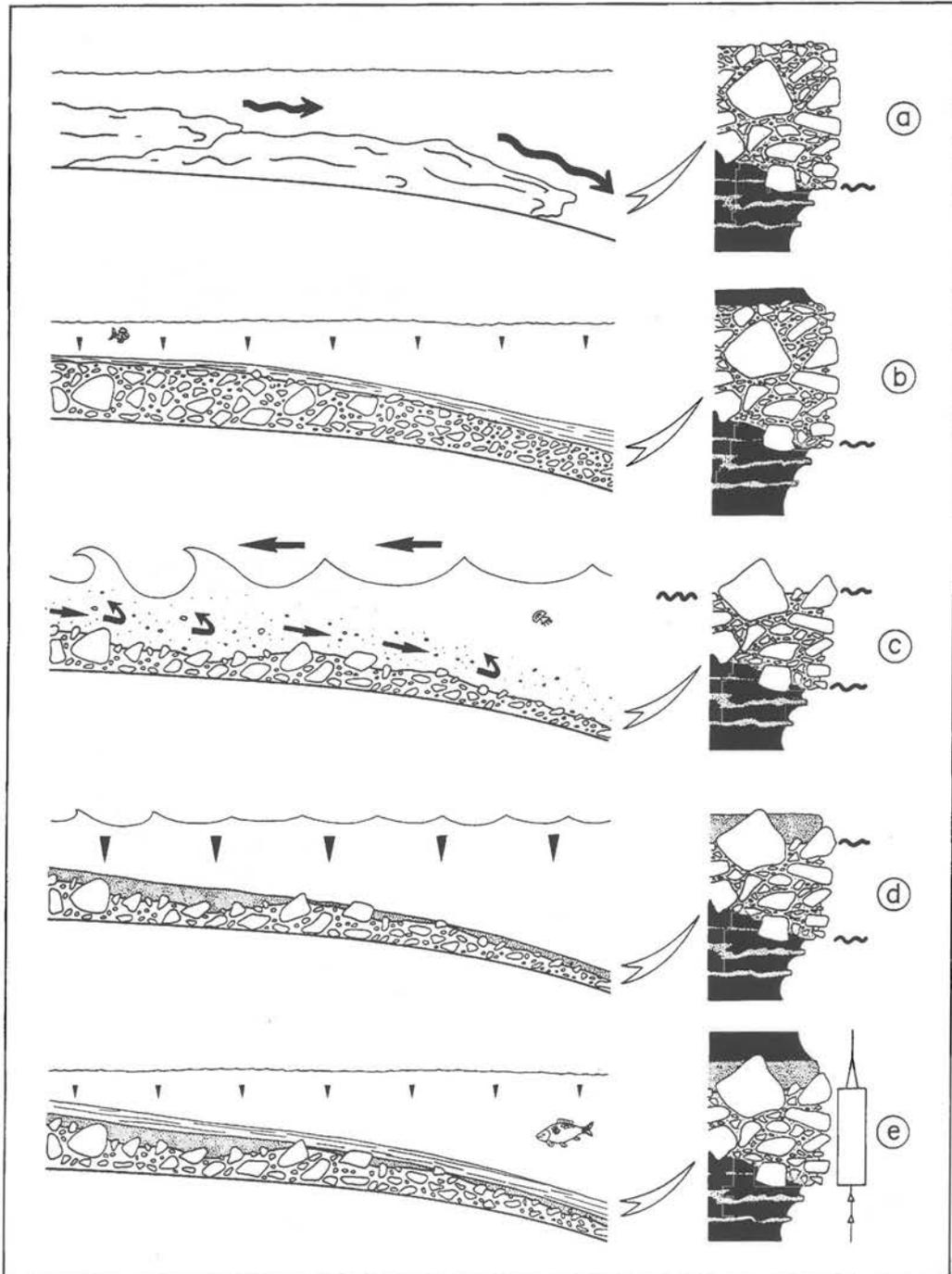


Fig. 41 - Genèse du doublet "conglomérat-grès" (Düringer, 1988): (a) mise en place sous-aquatique du conglomérat issu d'un écoulement sub-aérien se poursuivant en domaine lacustre; (b) décantation des marnes; s'il n'y a pas de tempête, la séquence reste à ce stade; (c) remaniement par les tempêtes de la partie sommitale du conglomérat (beaucoup d'éléments sont évacués vers le bassin); (d) dépôt des sables et des silts lorsque la tempête s'apaise; (e) reprise du bruit de fond marneux après la tempête.

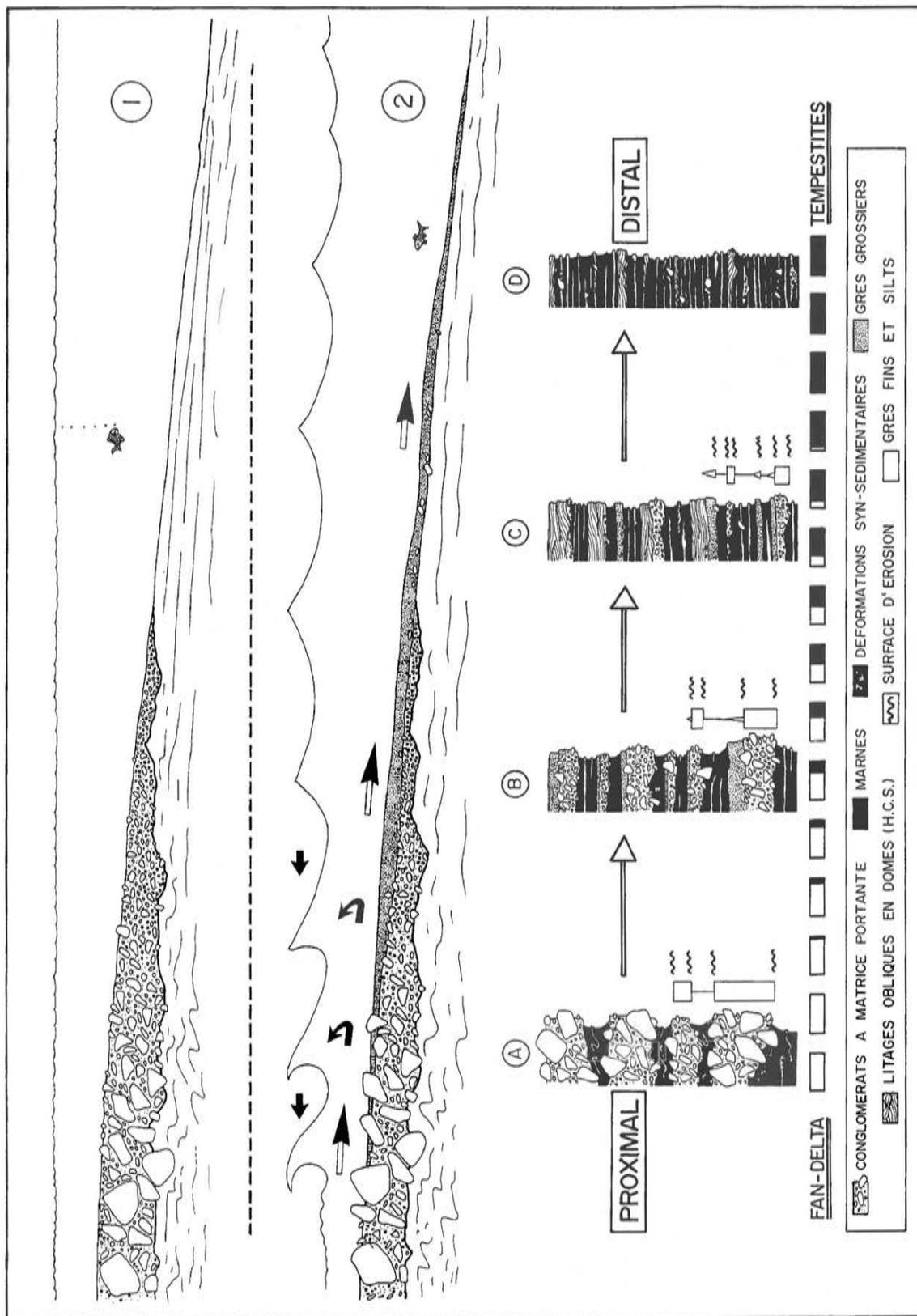


Fig. 42 - Variations latérales de faciès des doublets "conglomérats-grès" formés par les tempêtes (Düringer, 1988). On trouve parfois, en zone distale, des galets et blocs jusqu'à 40 centimètres de longueur parfaitement imbriqués au sein de marnes.

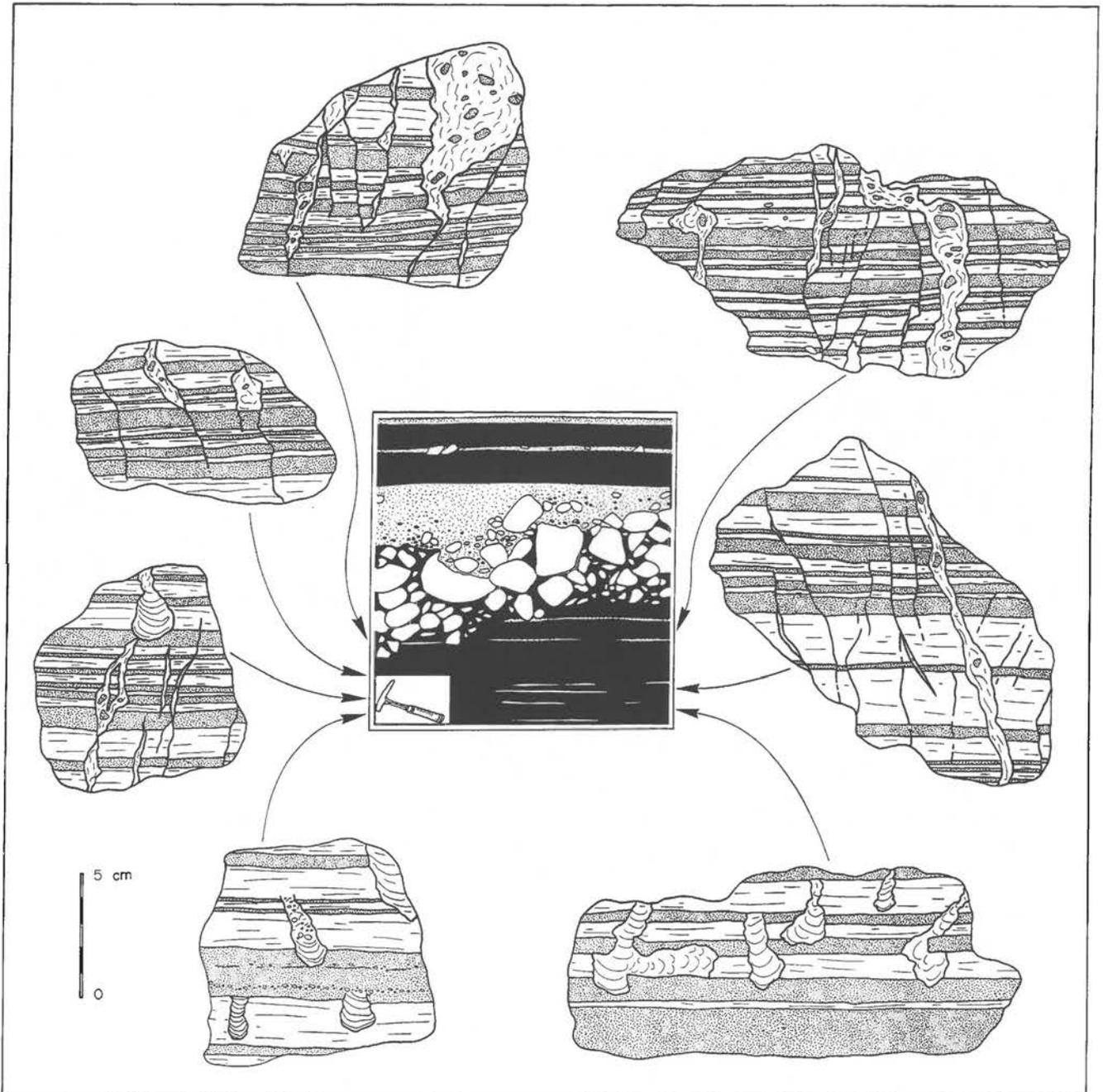


Fig. 43 - Bioturbations et fracturations hydrauliques sous les doublets "conglomérats-grès" (Düringer, 1988). Bioturbations : (a et b); fracturations hydrauliques : (c, d, e, f); bioturbation et fracturations hydrauliques (g).

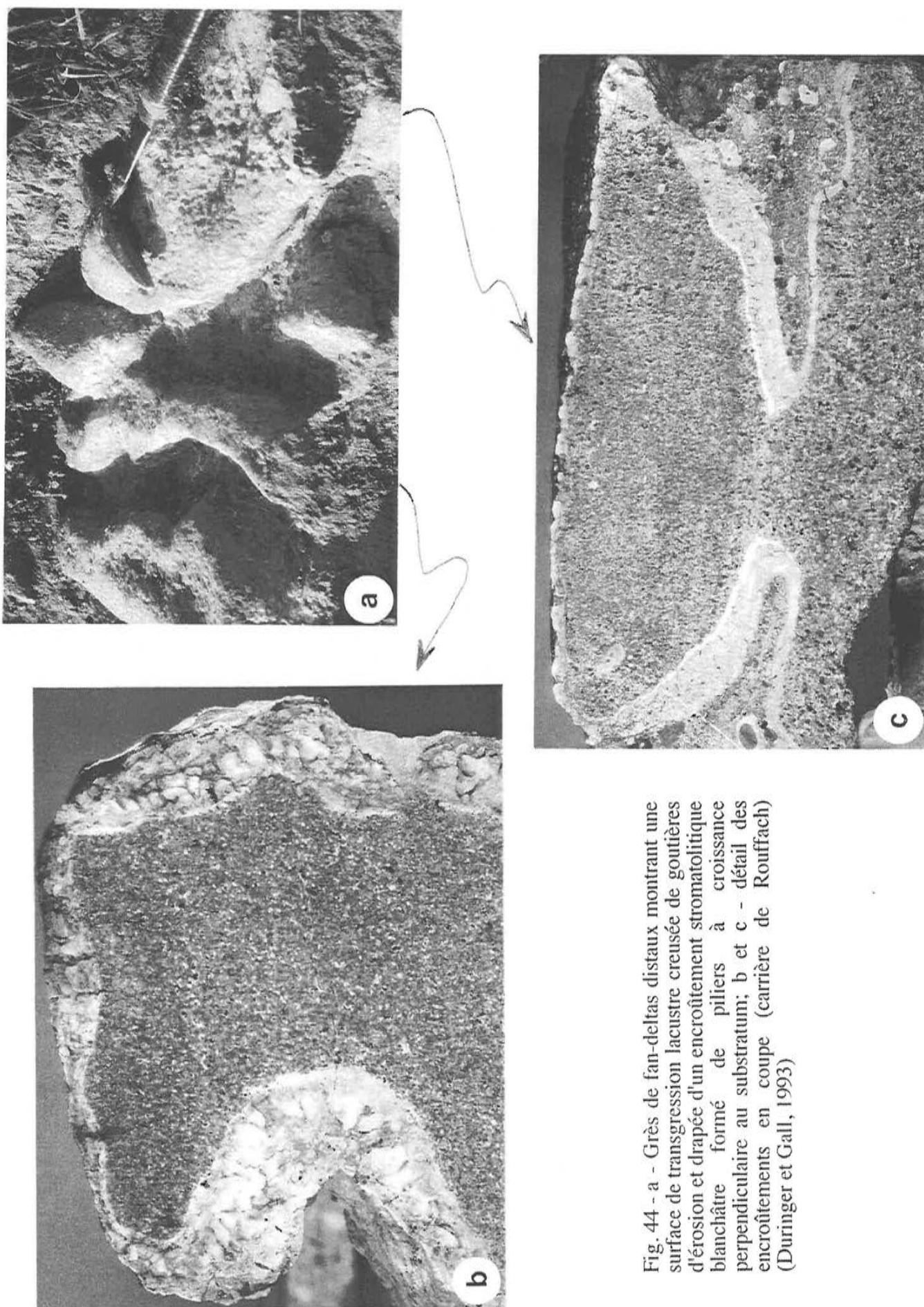


Fig. 44 - a - Grès de fan-deltas distaux montrant une surface de transgression lacustre creusée de goutières d'érosion et drapée d'un encroûtement stromatolitique blanchâtre formé de piliers à croissance perpendiculaire au substratum; b et c - détail des encroûtements en coupe (carrère de Rouffach) (Düringer et Gall, 1993)

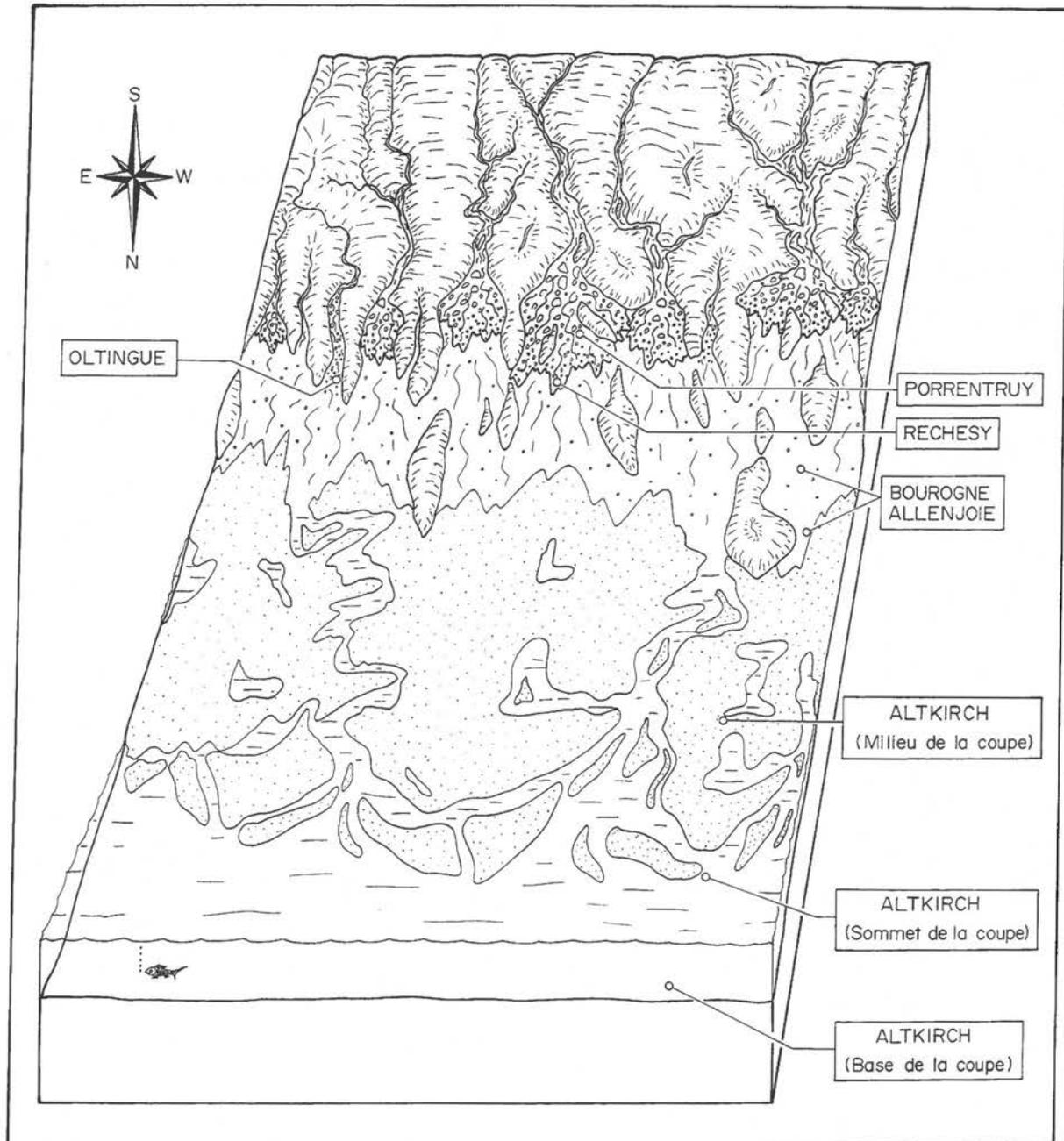


Fig. 45 - Modèle de dépôt de la partie méridionale du fossé rhénan avec la localisation, en fonction des faciès, des principaux affleurements (Düringer, 1988). Cet immense delta à pente très faible prograde du Sud vers le Nord dans le domaine lacustre de salinité variable. La faible pente du delta rend la structure émergée très sensible aux moindres variations du niveau du plan d'eau. Cette caractéristique est particulièrement visible dans la carrière d'Altkirch où les variations verticales de faciès sont très rapides et souvent tranchées (succession de faciès détritiques de deltas et de carbonates lacustres stromatolitiques ou pas).

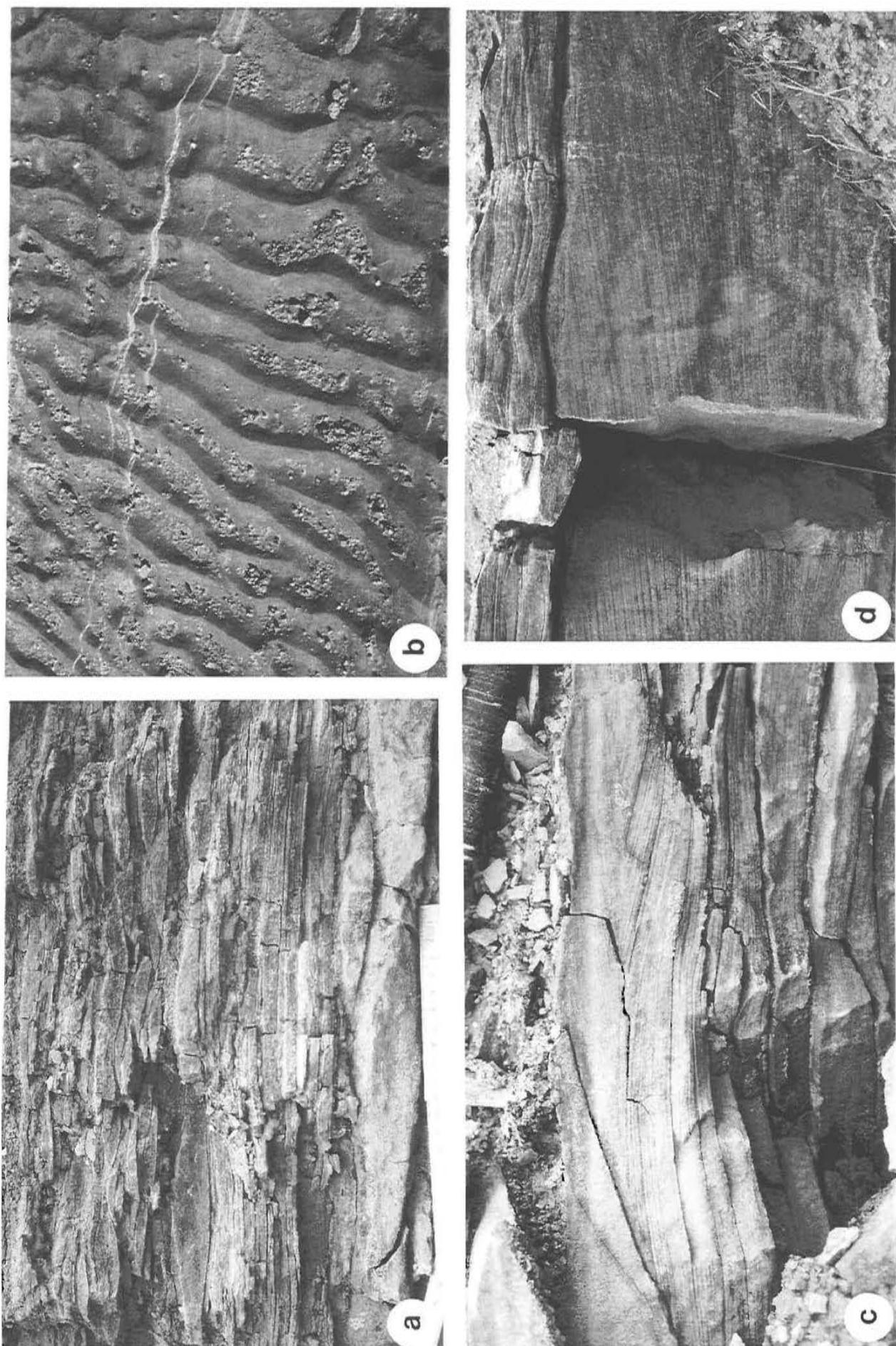


Fig. 46 - Rides d'oscillations en coupe (a) intercalées avec des marnes (carrière d'Altkirch) et surface à rides d'oscillations (b) (carrière de Rouffach); c et d - faciès à tempêtes du lac d'eau douce rhénan : hummocky cross stratifications de tempestites proximales (carrière d'Altkirch).

Fig. 47 - Types de constructions stromatolitiques qui se développent sur le delta (Düringer et Gall, 1994).

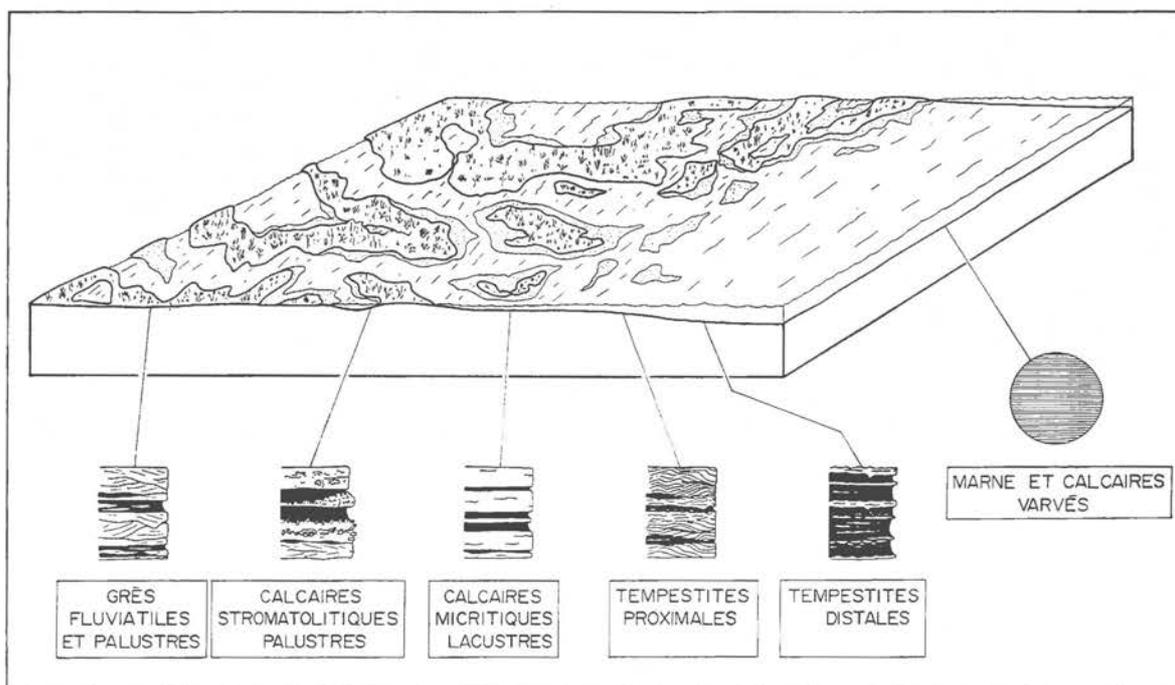
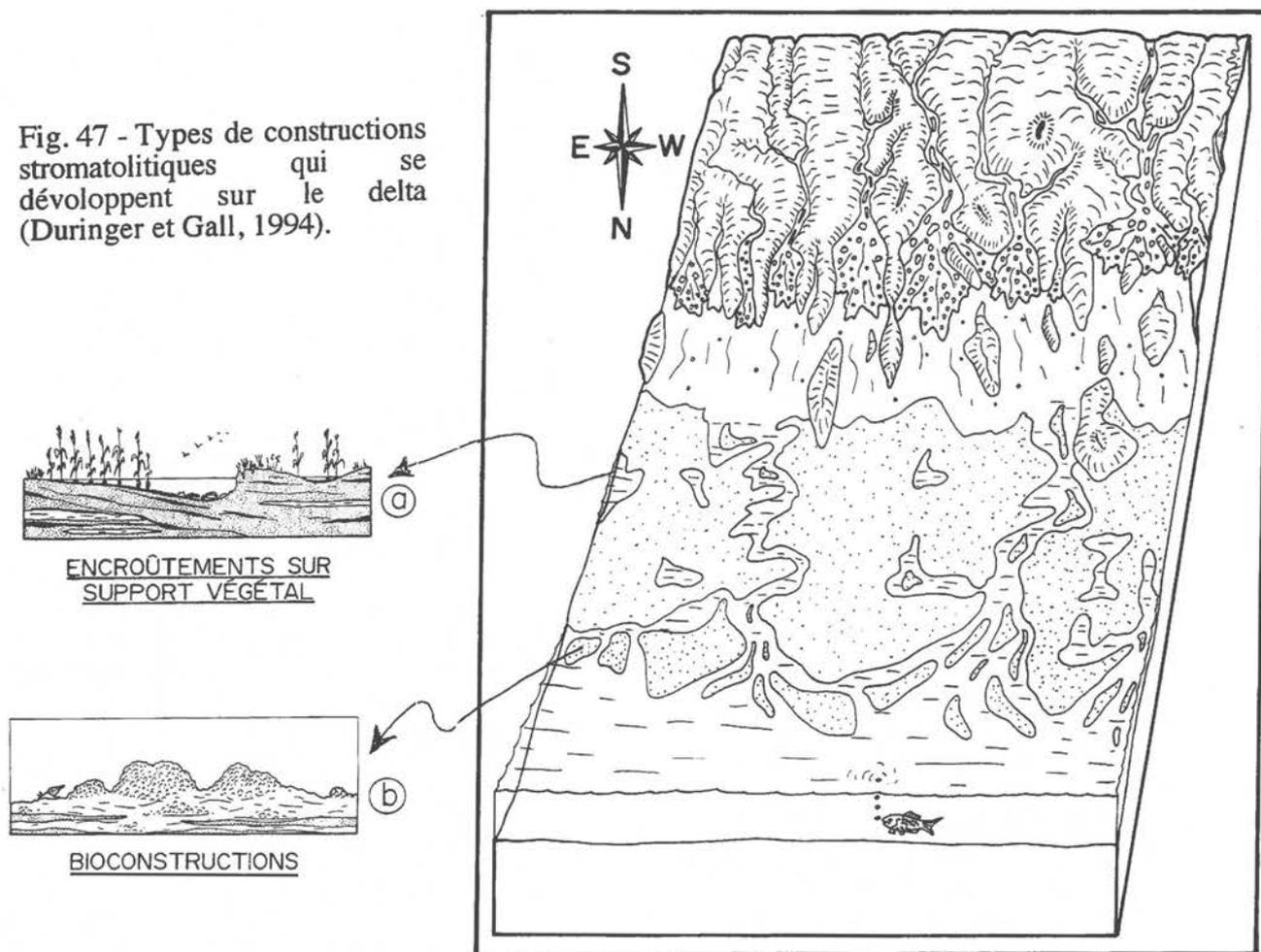


Fig. 48 - Détail des environnements sédimentaires de la zone distale du delta de la partie méridionale du fossé rhénan (Düringer, inédit).

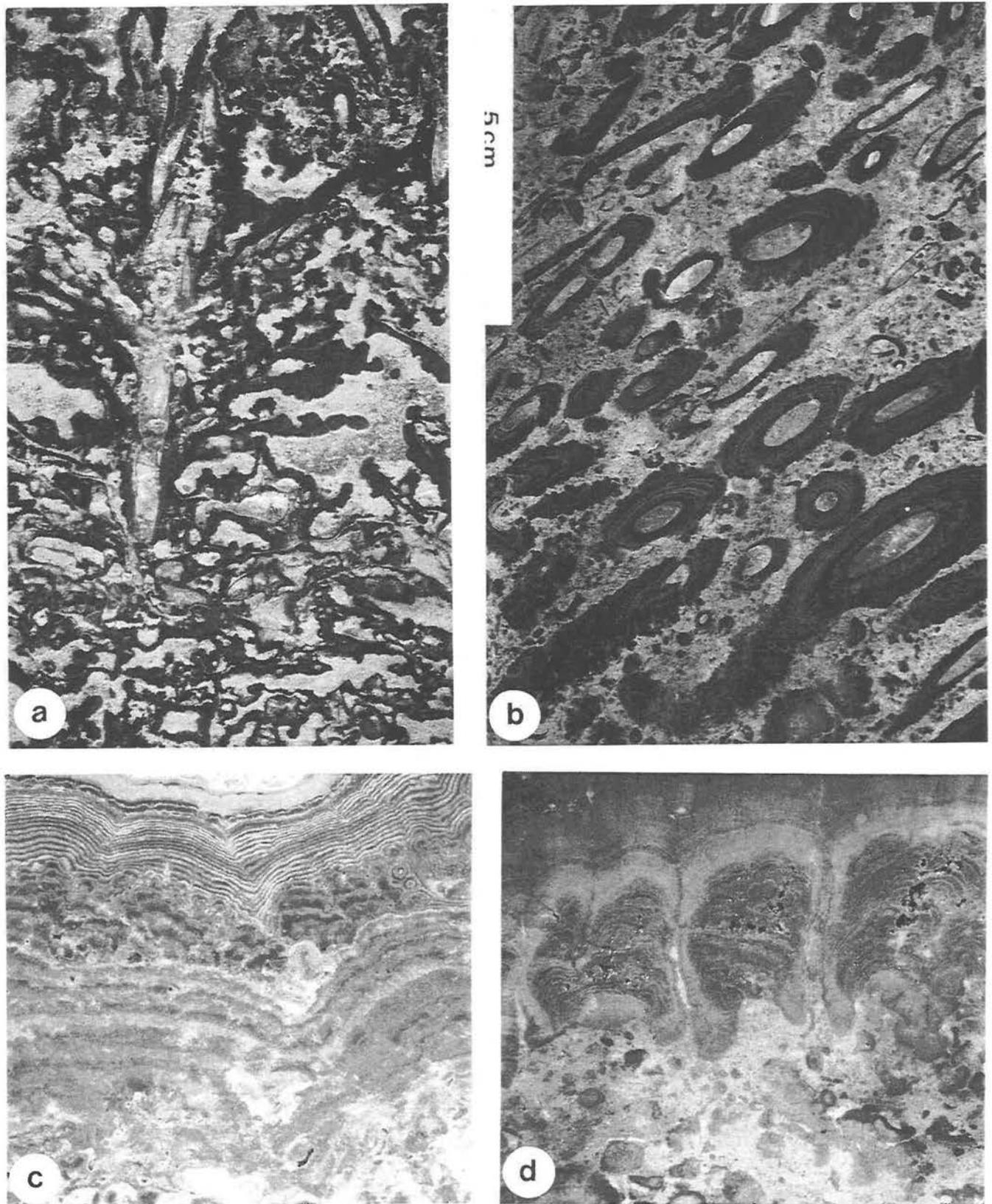


Fig. 49 - - Encroûtements stromatolitiques : a et b - encroûtements de roseaux en position de vie; coupe longitudinale d'un roseau (a) et coupe sub-transversale d'une cinquantaine de tiges de roseaux *in situ*; c - encroûtements en lamines planes ou ondulantes; c - encroûtements en piliers verticaux. Tous les échantillons proviennent de la carrière d'Altkirch.

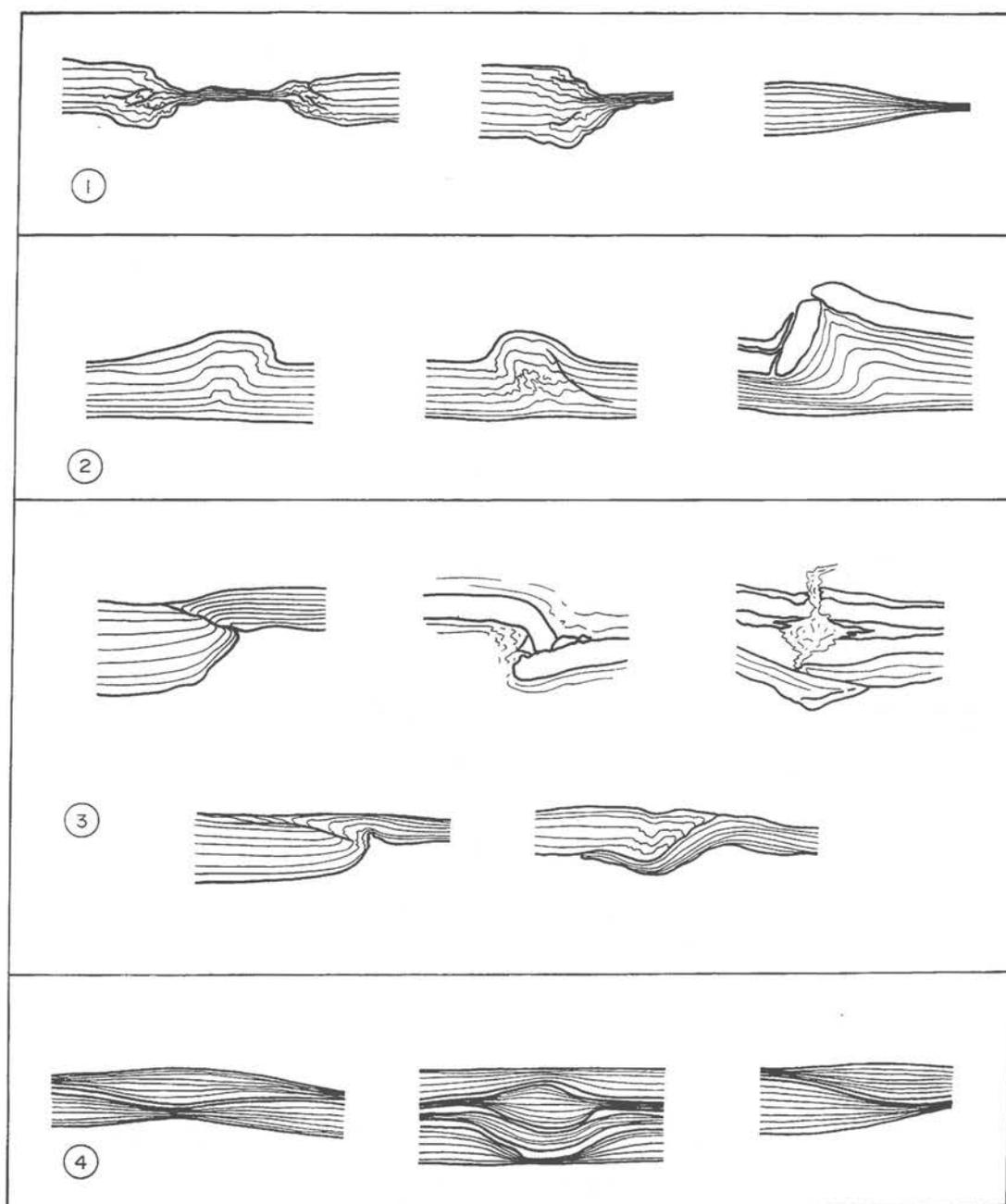


Fig. 50 - Diagenèse de compaction dans les calcaires et les marnes varvées (Düringer, 1988). A partir d'un dépôt primaire unique (boue varvée) s'élaborent par compaction et cimentation différentielle deux faciès distincts : un calcaire varvé et une marne varvée. Cependant les deux sont génétiquement liés, puisque les marnes passent latéralement aux calcaires et vice versa. Le passage de l'un à l'autre se fait par tassement différentiel. Si le passage latéral est progressif, celui-ci se fait par simple écrasement continu des lamines (4). Lorsque la transition est brutale, elle est accompagnée de déformations (1), de plis faillés (3) et de failles inverses (2) (carrière d'Altkirch, niveaux 2 à 8).

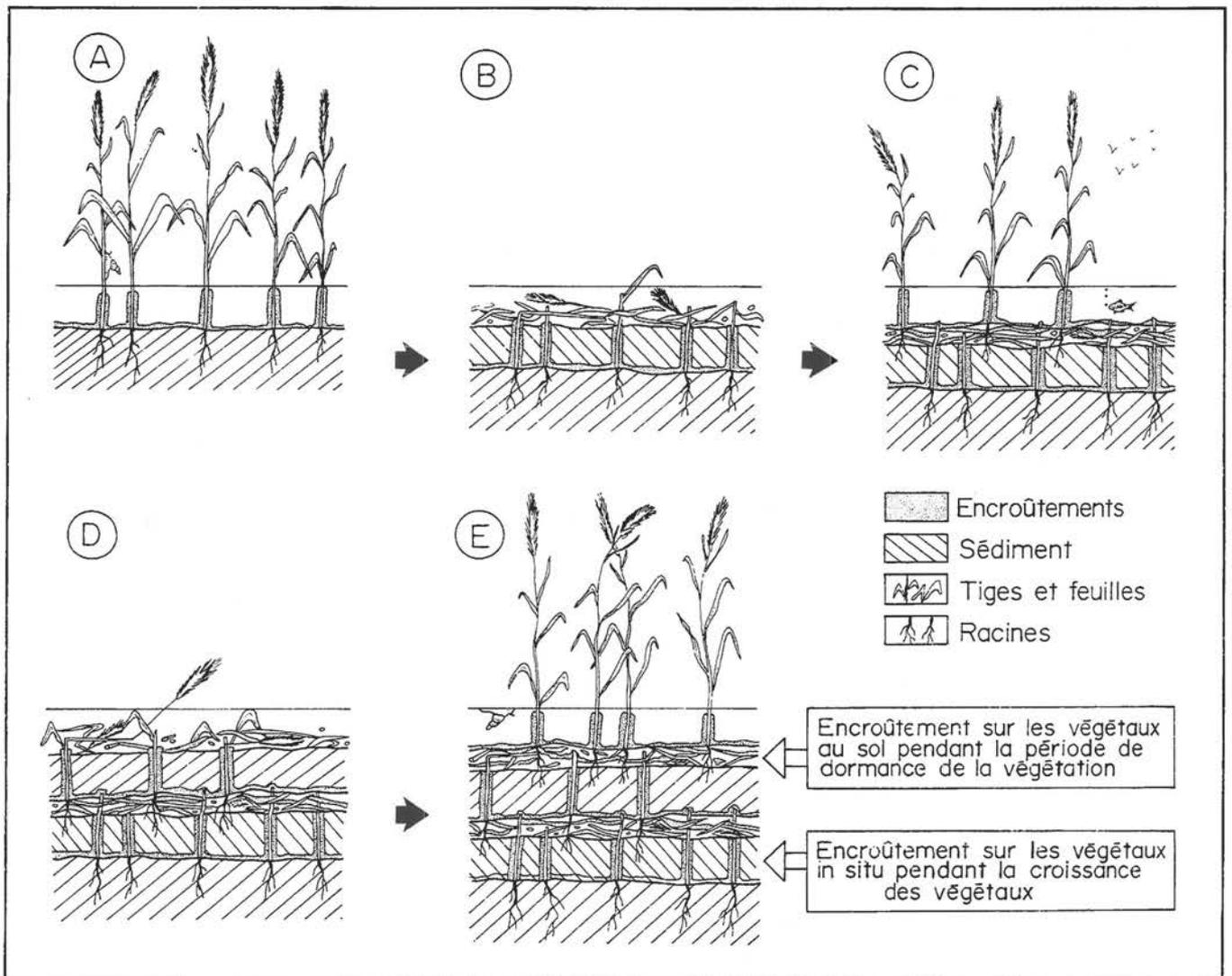


Fig. 51 - Encroûtements stromatolitiques saisonniers autour de tiges de roseaux (Düringer et Gall, 1994).

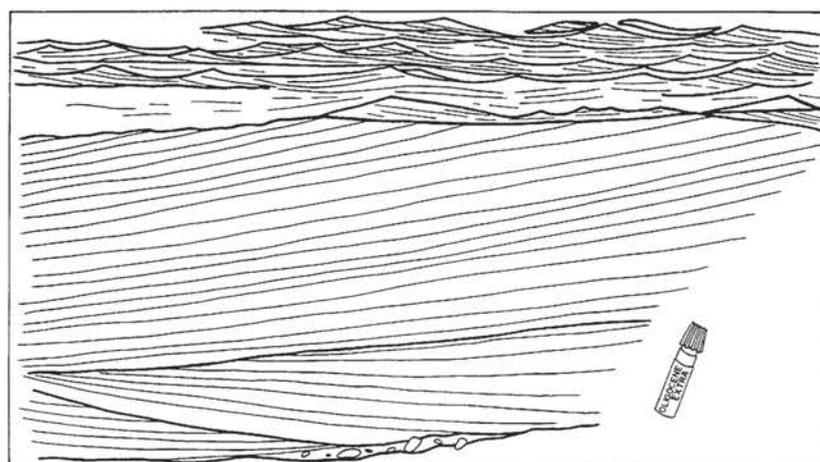


Fig. 52 - Séquence à tempête formée par des litages obliques en dôme (H.C.S.) recouverts de rides d'oscillations (Düringer, 1988).

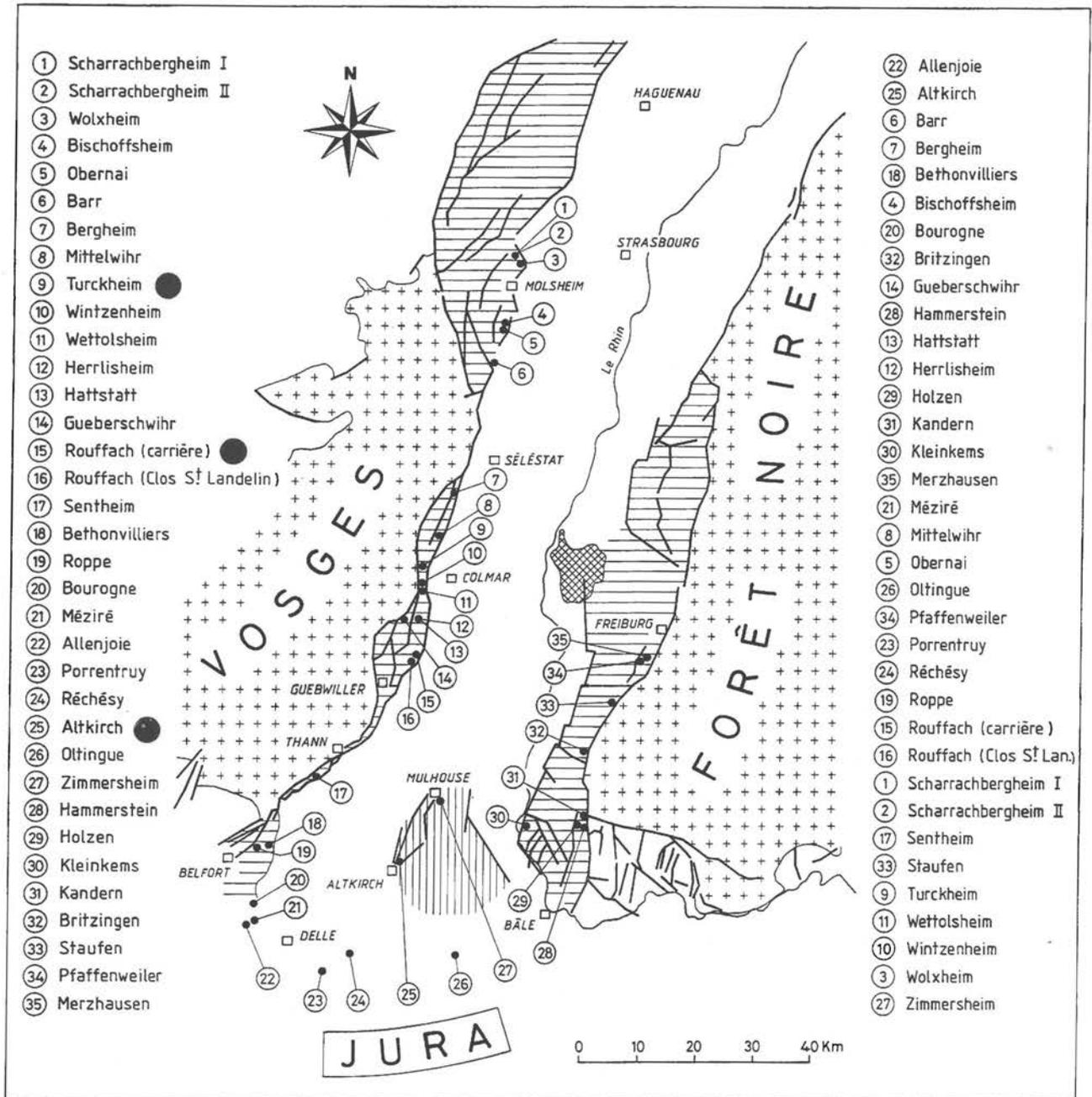


Fig. 53 - Localisation de toutes les coupes de terrain du fossé rhénan. Liste de gauche : affleurements du Nord au Sud, d'Ouest en Est et du Sud au Nord. Liste de droite : affleurements par ordre alphabétique (Durringer, 1988). Les affleurements marqués d'un rond sont les affleurements visités lors de l'excursion.

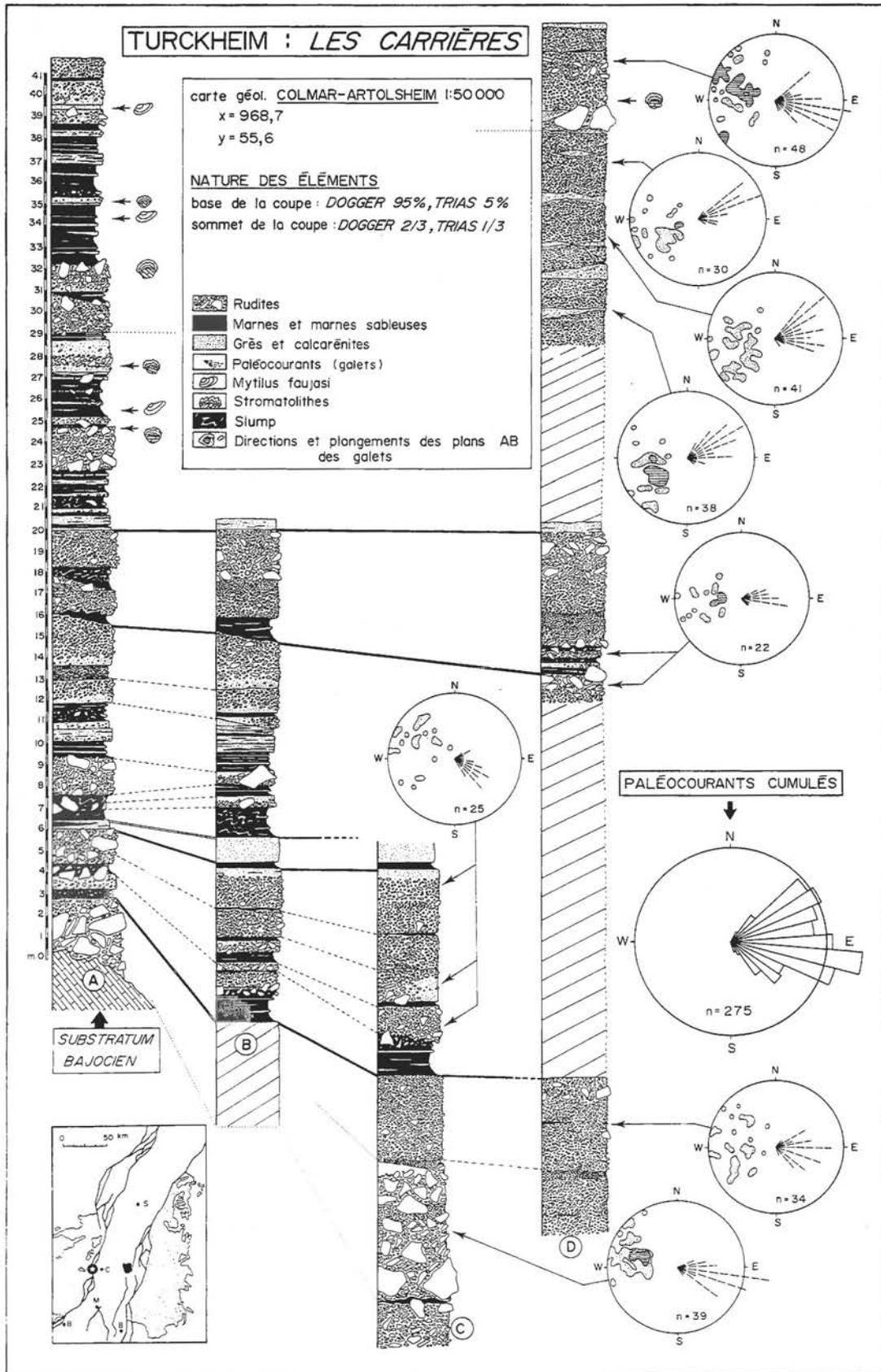


Fig. 54 - Profil et localisation de la carrière de Turckheim (Düringer, 1988). Remarquez l'importance des variations latérales d'épaisseur et de faciès.

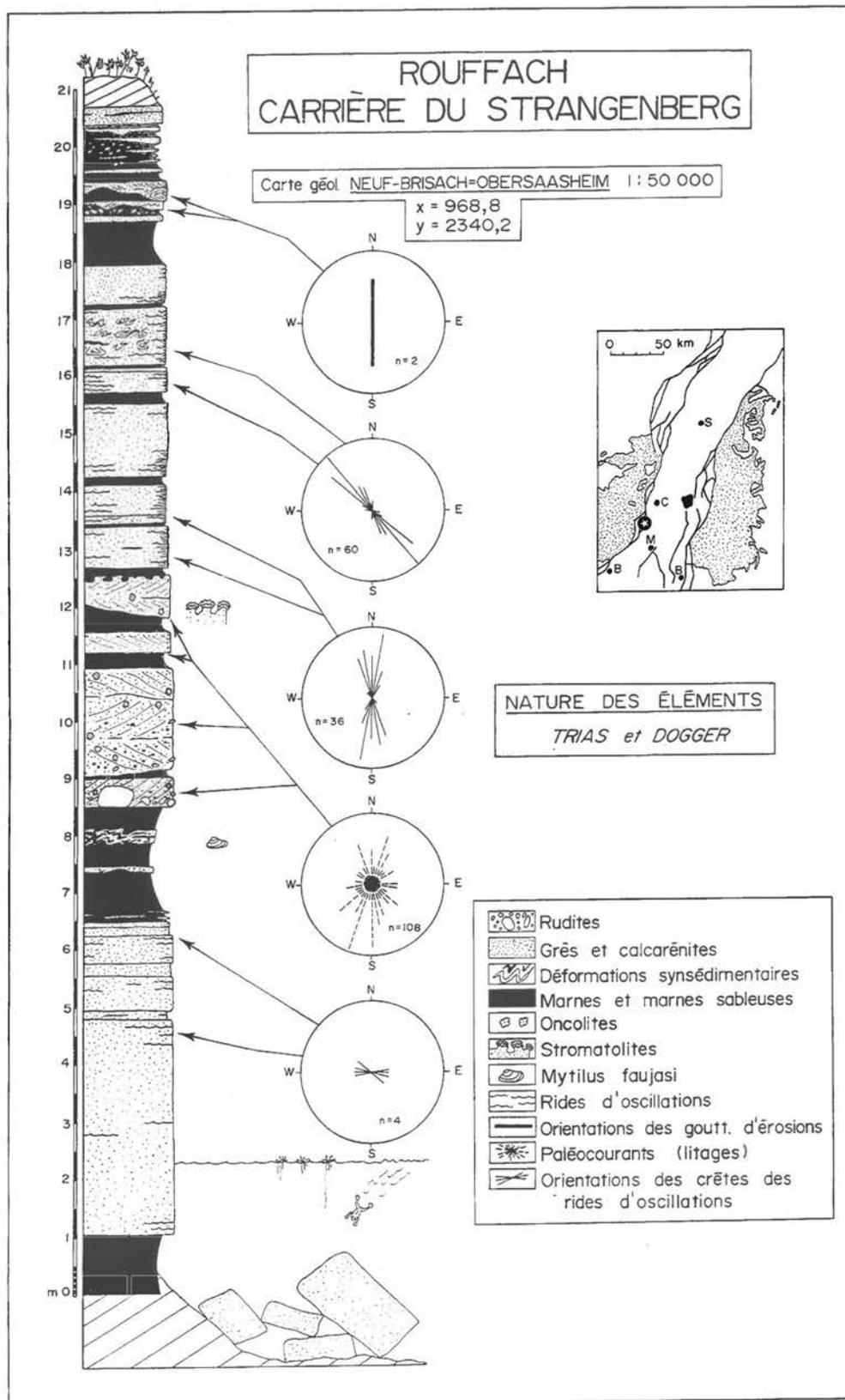


Fig. 55 - Profil et localisation de la carrière de Rouffach (Düringer, 1988).

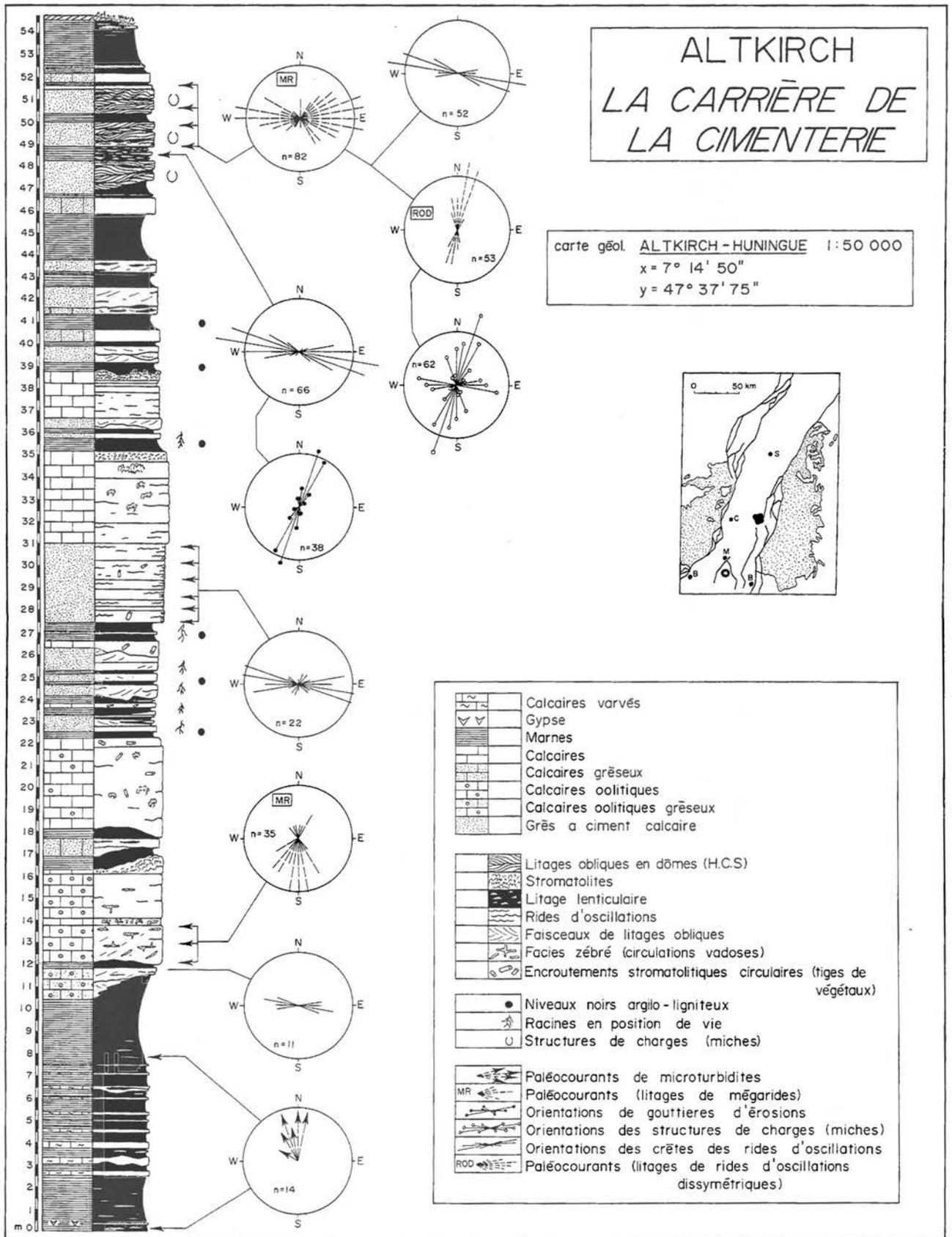


Fig. 56 - Profil et localisation de la carrière d'Altkirch (Düringer, 1988). Le front de taille principal est composé par les niveaux 12 à 44. Les marnes et calcaires varvés des niveaux 0 à 12 forment la petite excavation de la base de la carrière.

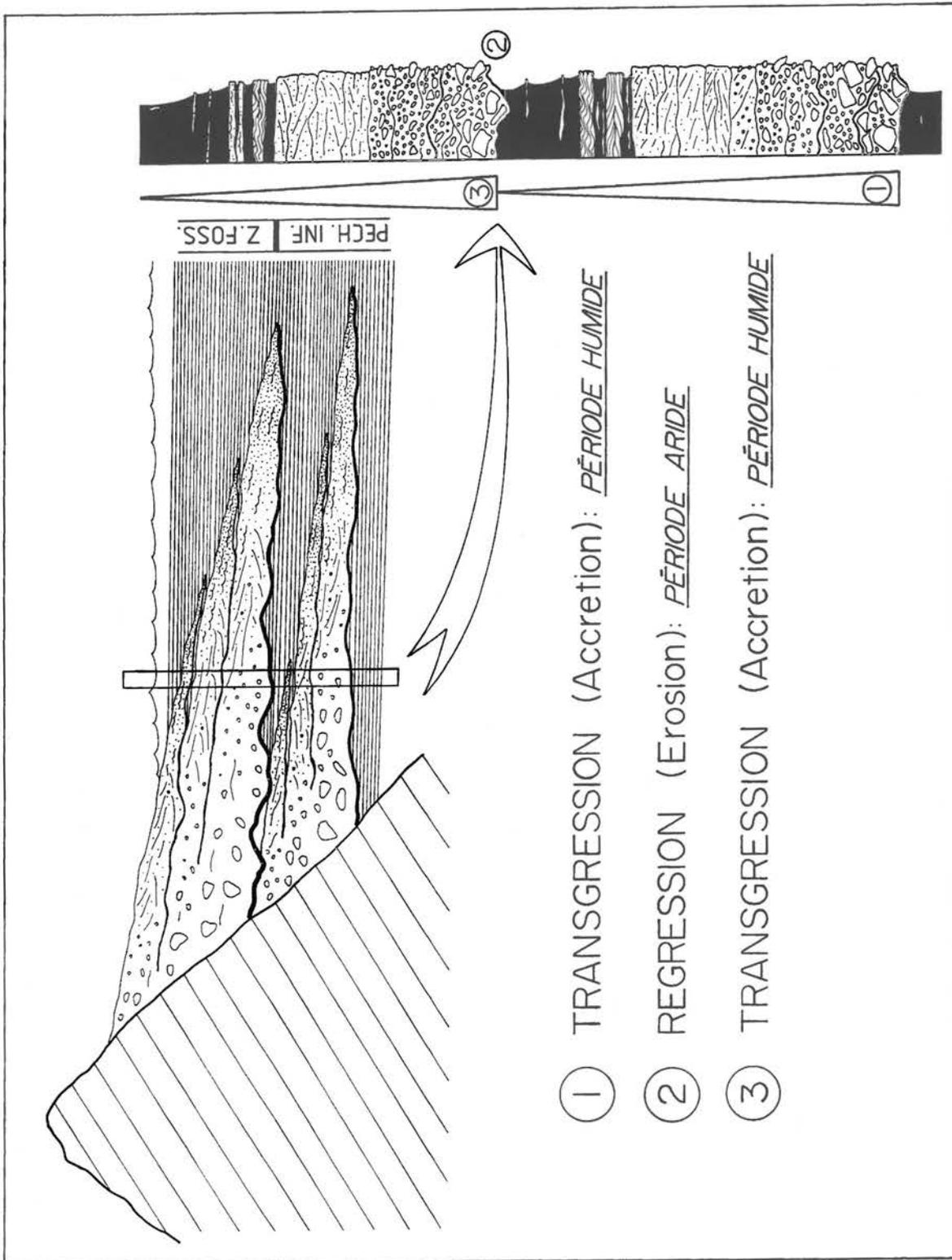


Fig. 57 - Séquences schématiques illustrant la progradation et la rétrogradation des cônes de fan-deltas par suite de variations du plan d'eau lacustre (Düringer, 1988).

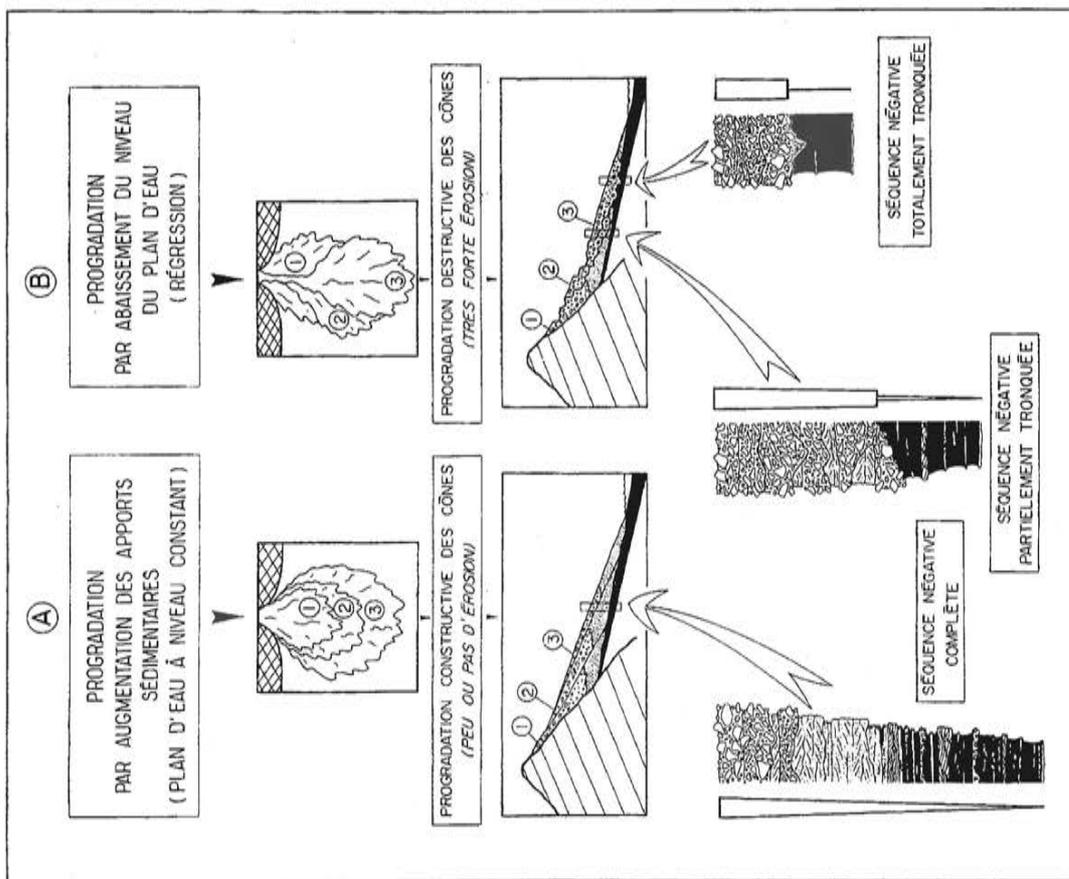


Fig. 58 - Formation de trois types de séquences sédimentaires complètes ou tronquées, lors de processus de progradations liés, soit à des variations d'apports sédimentaires, soit par suite d'un abaissement du niveau du plan d'eau du lac (Düringer, 1988).

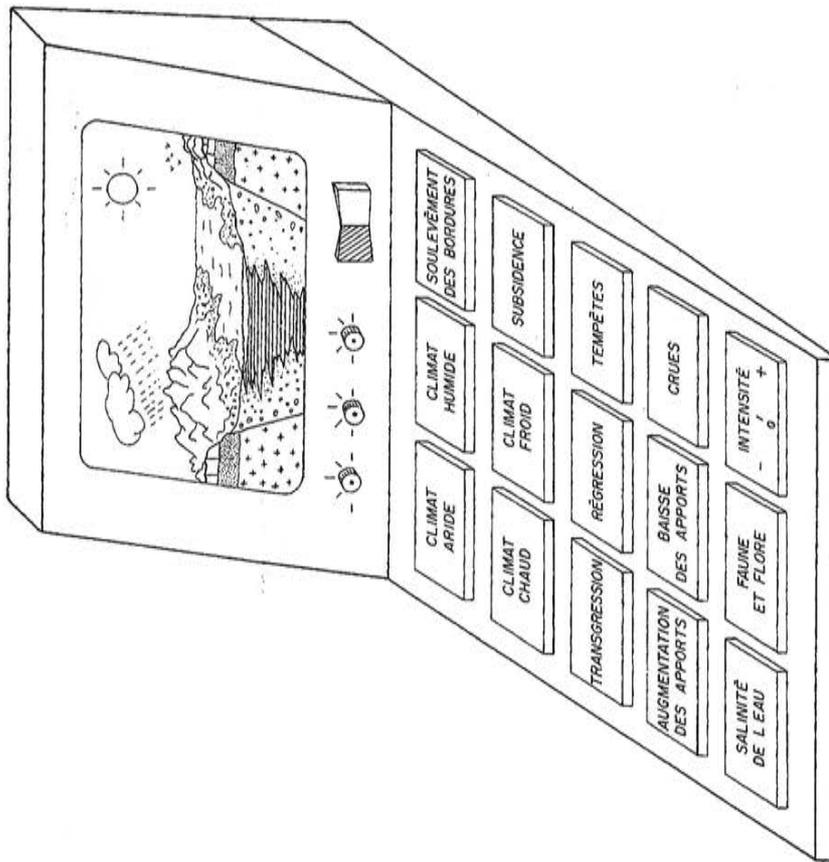


Fig. 59 - Modélisation schématique et caricature de l'interaction de quelques paramètres influant sur la formation des dépôts du rift (Düringer, 1988).

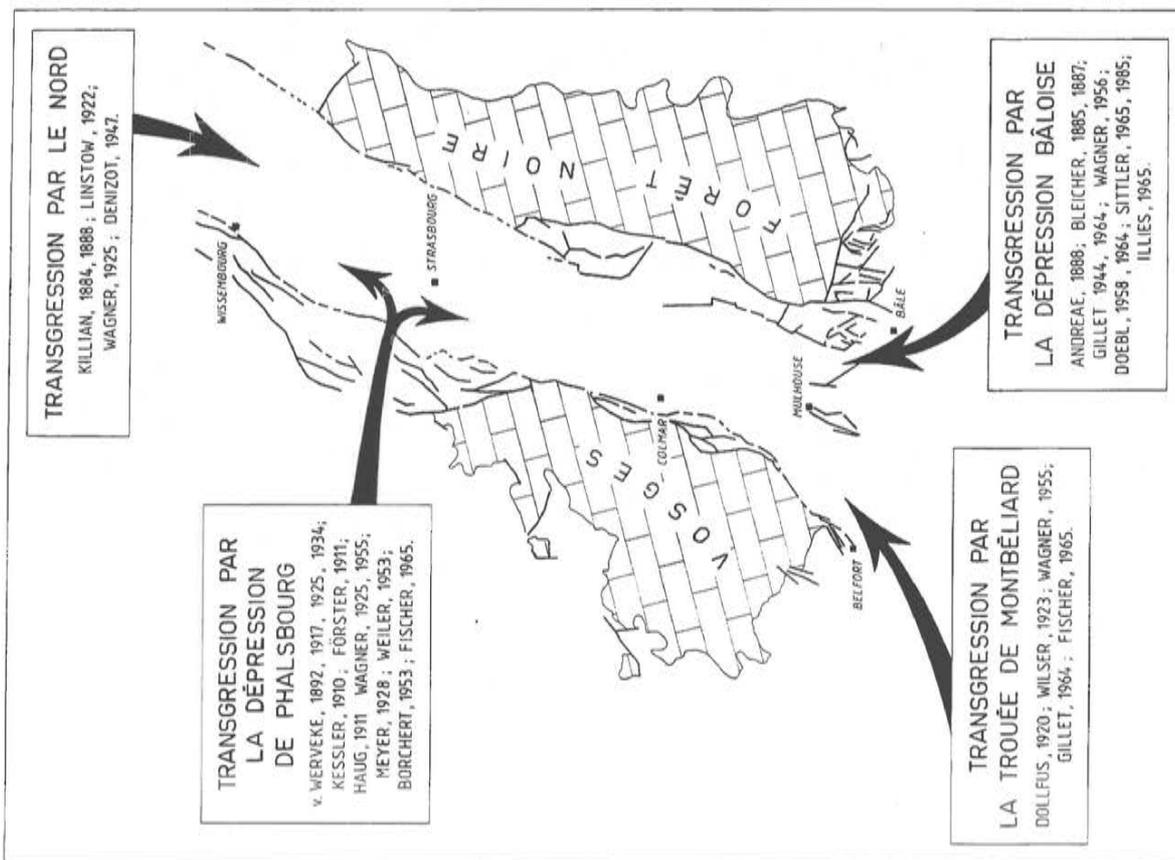


Fig. 60 - Différentes hypothèses pour faire pénétrer la mer dans le bassin rhénan à l'Oligocène. On sait aujourd'hui avec certitude que c'est le seuil de Bâle (et sans doute lui seul) qui a joué ce rôle et uniquement au Rupélien (Düringer, 1988).

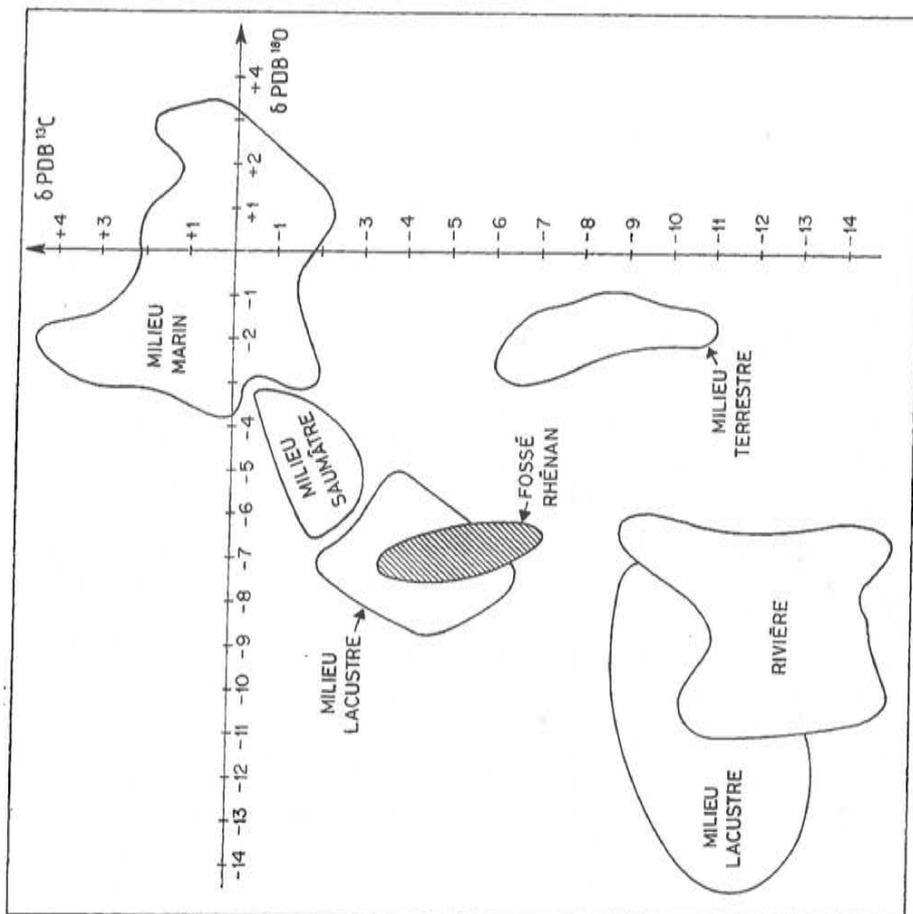


Fig. 61 - Rapports isotopiques montrant l'origine continentale et non marine des évaporites du bassin rhénan (Düringer, 1988)

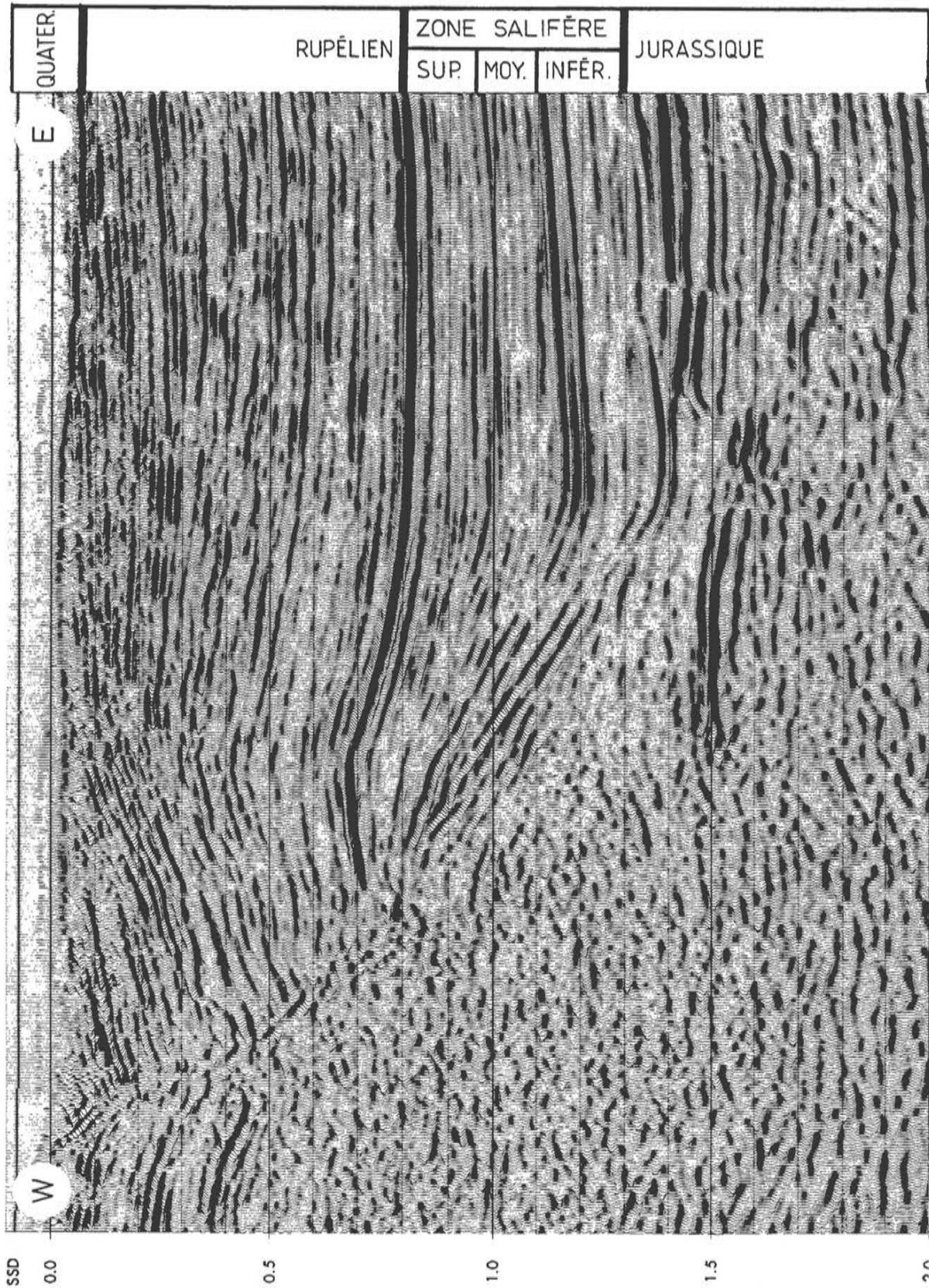


Fig. 62 - Coupe sismique de la bordure ouest du fossé rhénan (Düringer, 1988). Remarquez le gros réflecteur à la base du Rupélien qui marque la transgression marine qui recouvre les séries salifères.

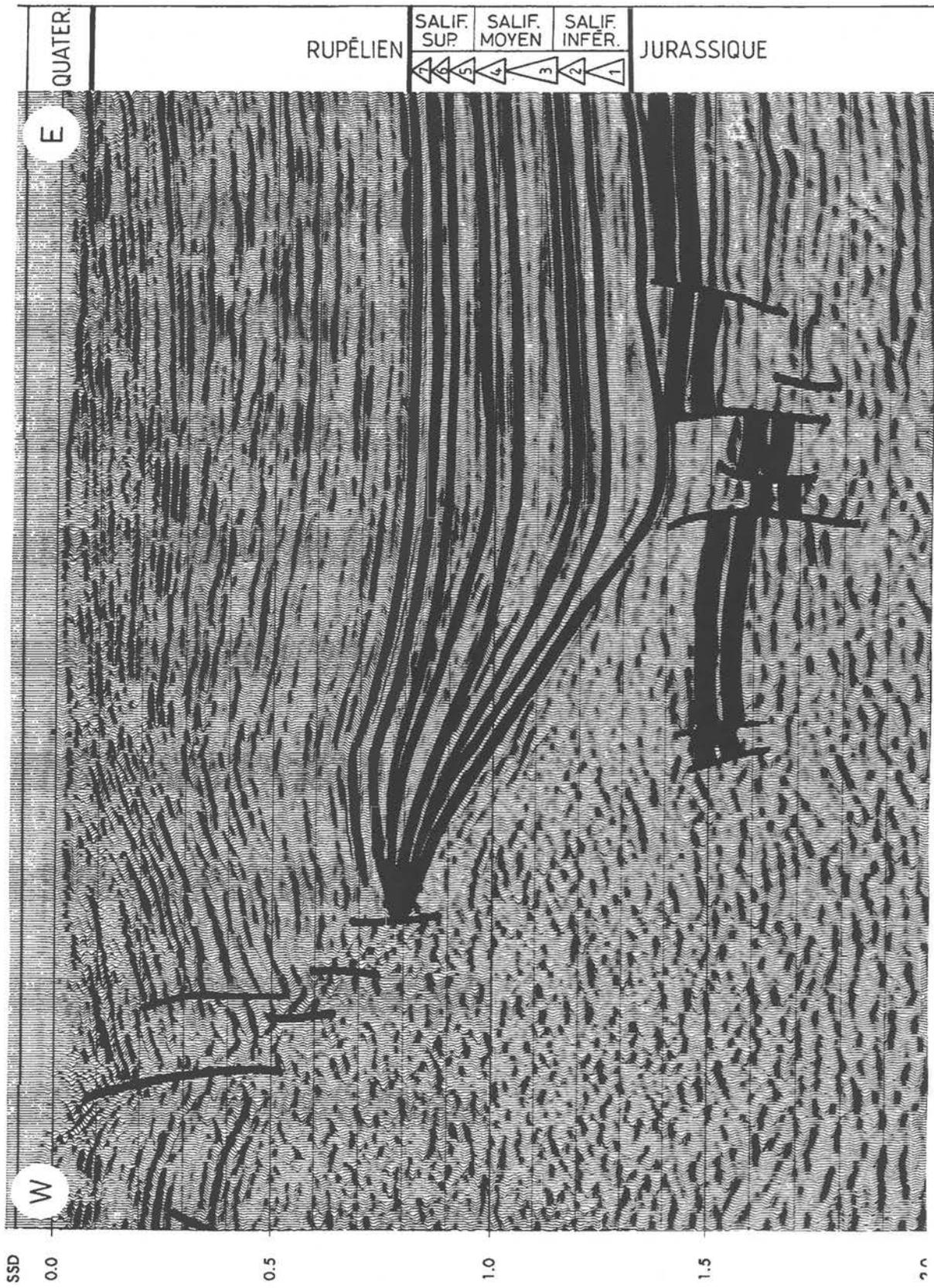
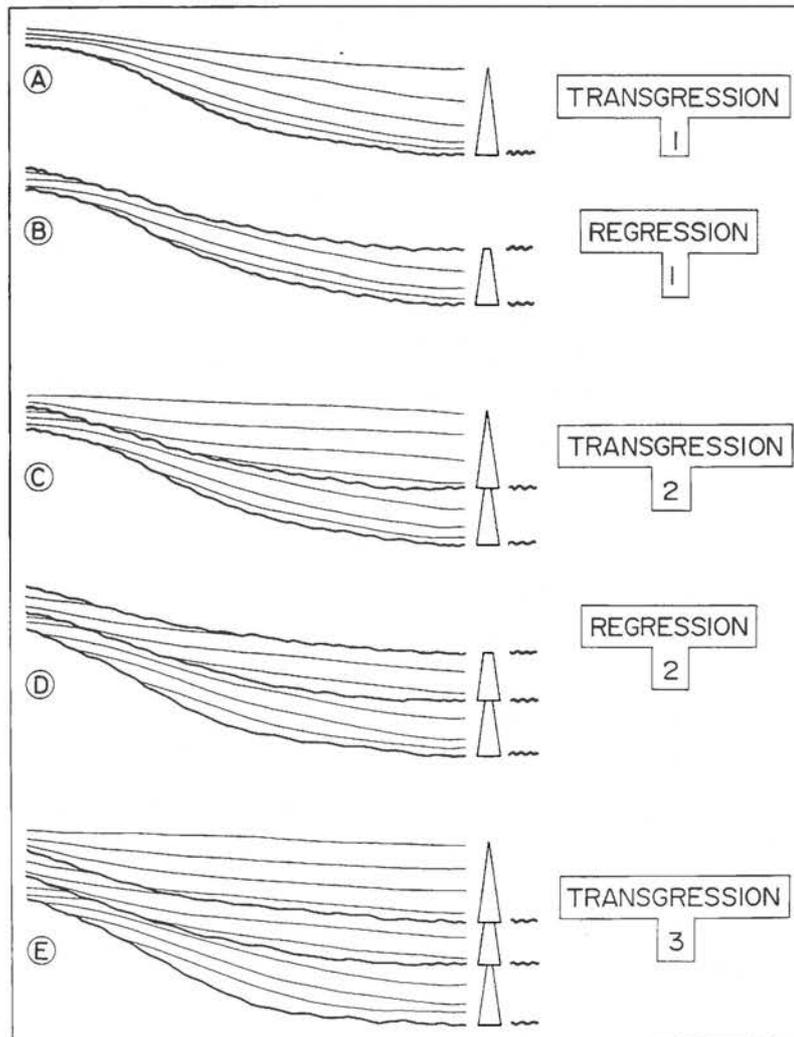
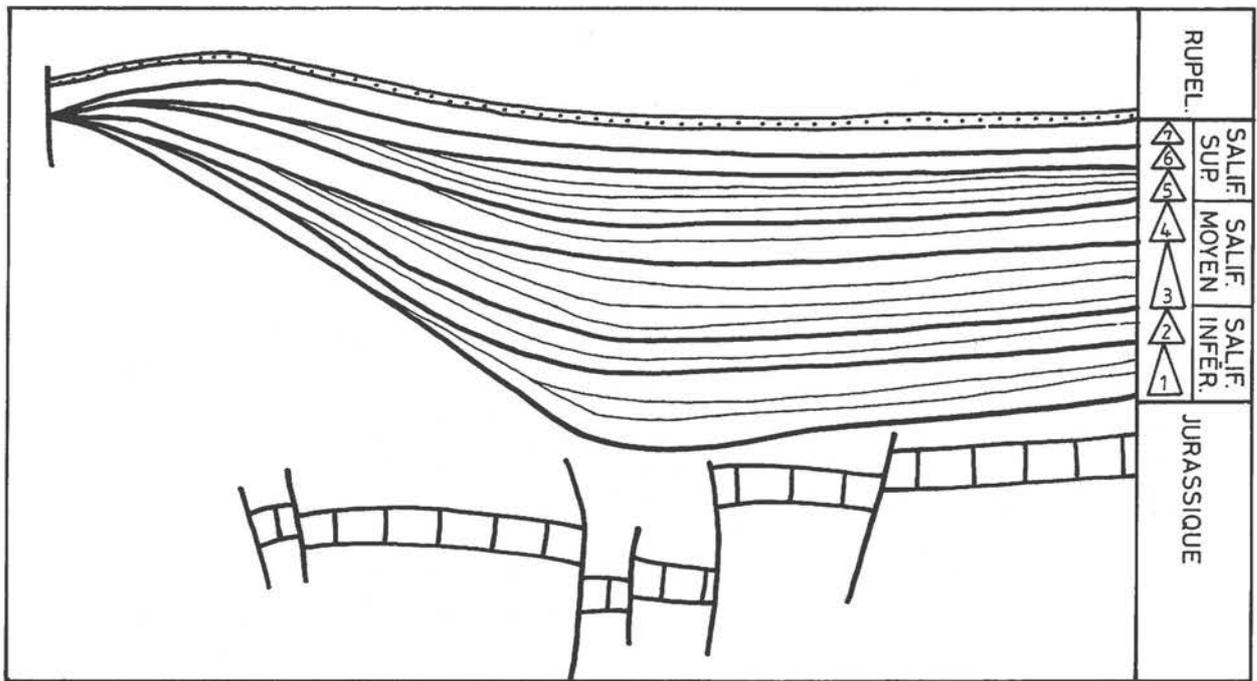


Fig. 63 - Habillage de la coupe sismique de la bordure ouest du fossé rhénan (Düringer, 1988).



Figs. 64 - Interprétation des coupes sismiques de la bordure ouest du fossé rhénan (Düringer, 1988). Les mouvements transgressifs et régressifs sont de nature lacustre.

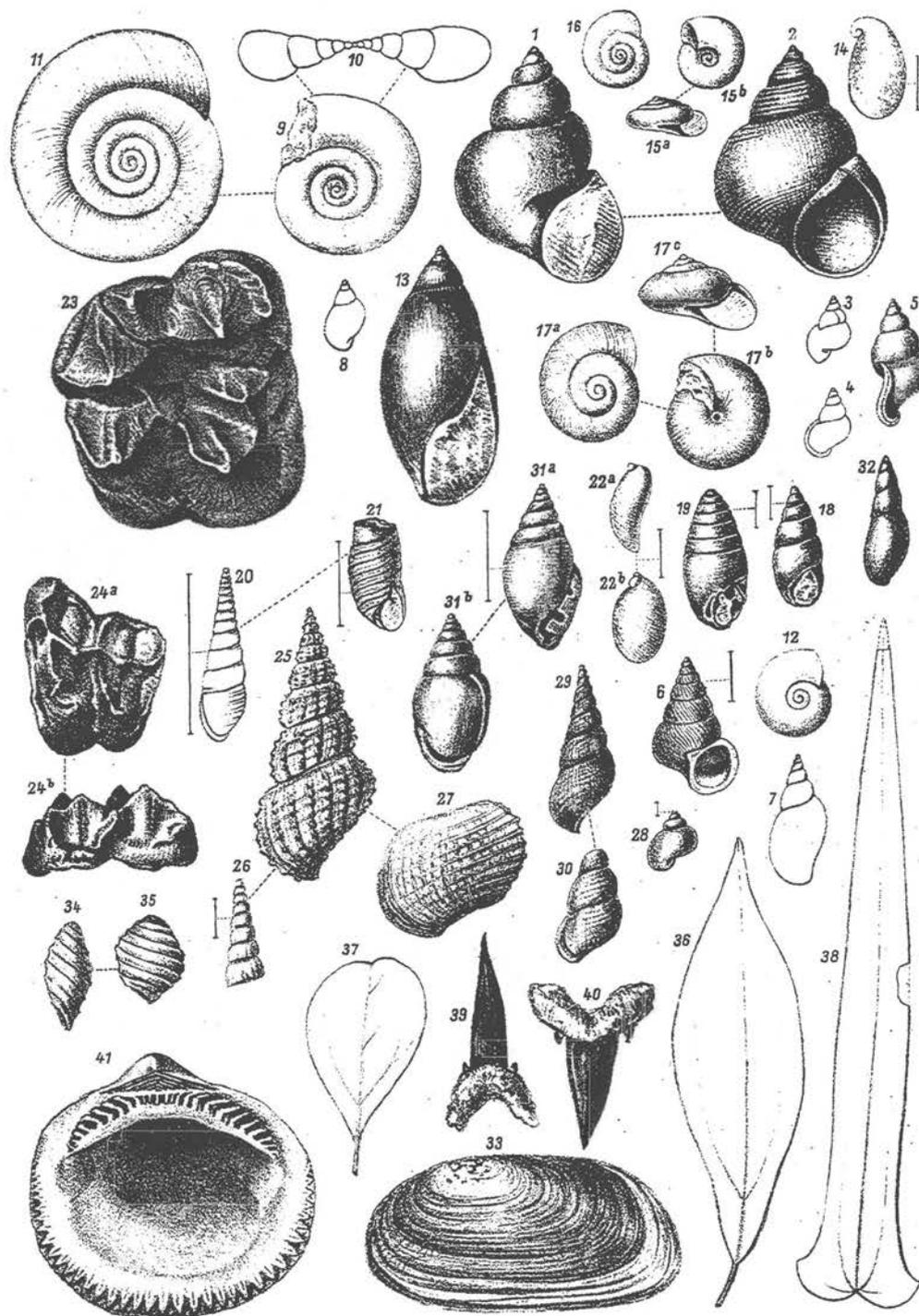


Fig. 65 - Fossiles du Tertiaire du fossé rhénan (Benecke inédit). 1 et 2 *Paludina hammeri* Lutétien, 3 à 5 *Euchilus deshiensianum* Lutétien, 6 - *Pomatia sandbergeri* Lutétien, 7 - *Limnaea michelini* Lutétien, 8 - *Limnaea olivula* Lutétien, 9 à 11 - *Planorbis pseudoammonius* Lutétien, 12 - *Planorbis cherlieri* Lutétien 13 - *Glandina cordieri* Lutétien, 14 - *Parmacellina vitrinaeformis* Lutétien, 15 et 16 - *Nanina voltzi* Lutétien, 17 - *Nanina oclusa* Lutétien, 18 - *Cionella formicina* = *Cochlicopa form.* Lutétien, 19 - *Azeca boettgeri* Lutétien, 20 et 21 - *Palaeostoa fontenayi* Lutétien, 22 - *Succinea palliolum* Lutétien, 23 - *Lophiodon tapiroides* Lutétien, 24 - *Propalaeotherium argentonicum* Lutétien, 25 à 27 - *Melania laurae* Oligocène inf. Brunstatt, 28 - *Valvata circinata* = *Annicola circ.* Oligocène inf., 29 et 30 *Tudora mumia* Oligocène inf., 31 - *Auricula alsatica* Oligocène inf., 32 - *Limnaea subpolita* Oligocène inf., 33 - *Anodonta daubreeana* Oligocène inf. Pechelbronn, 34 et 35 *Chara variabilis* Oligocène inf., 36 - *Cinnamomum polymorphum* Tongrien, 37 - *Cinnamomum subrotundum* sommet de l'Oligocène inf., 38 - *Smilax steinmanni* sommet de l'Oligocène inf., 39 - *Lamna cuspidata* Oligocène moyen Dannemarie, 40 - *Lamna denticula* Oligocène moyen Dannemarie, 41 - *Pectunculus obovatus*

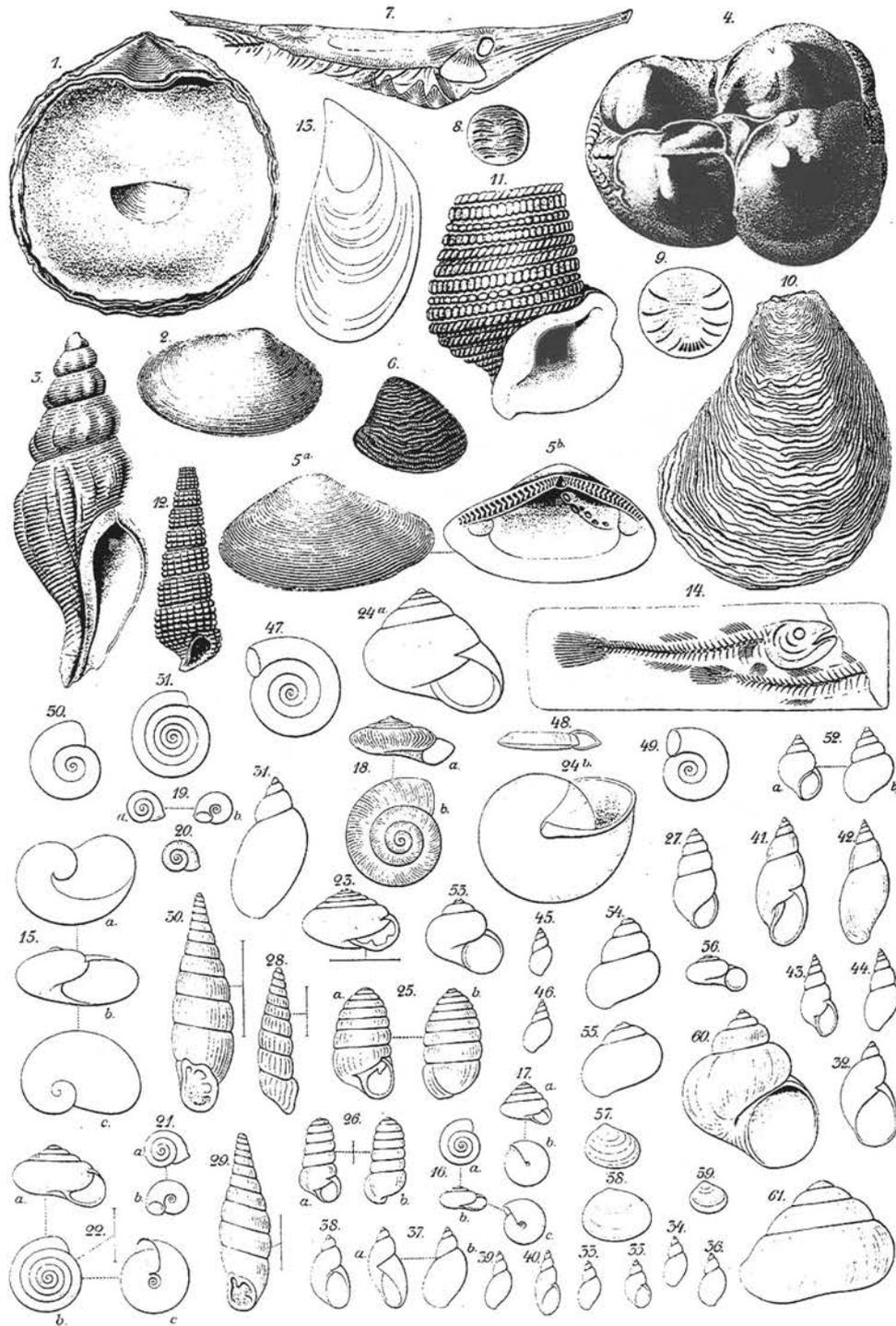


Fig. 66 - Fossiles du Tertiaire du fossé rhénan (Benecke inédit). 1 - *Ostrea callifera*, 2 - *Cytherea splendida*, 3 - *Fusus elongatus*, 4 - *Entelodon magnum*, 5 - *Leda deshayesiana*, 6 - *Nucula chasteli*, 7. - *Amphisyle heinrichi*, 8 - *Meletta heckeli*, 9 - *Meletta parisoti*, 10 - *Ostrea cyathula*, 11 - *Cerithium margaritaccum*, 12 - *Cerithium plicatum*, 14 - *Paralates bleicheri*, 15 - *Vitrina kochi*, 16 - *Hyalinia christallina*, 17 - *Hyalinia fulva*, 18 - *Patula alhardae*, 19 - *Helix pulchella*, 20 - *Helix costata*, 21 - *Helix tenuilabris*, 22 - *Helix hispida*, 23 - *Helix bidens*, 24 - *Helix arbustorum*, 25 - *Pupa muscorum*, 26 - *Pupa columella*, 27 - *Cochlicopa lubrica*, 28 - *Clausilia filograna*, 29 - *Clausilia parrula*, 30 - *Clausilia pumila*, 31 et 32 - *Succinea putri*, 33 à 40 *Succinea oblonga*, 41 à 44 - *Limnaeus palustris*, 46 et 46 - *Limnaeus trunculatus*, 47 et 48 - *Planorbis umbilicatus*, 49 et 50 - *Planorbis rossmassleri*, 51 - *Planorbis rotundatus*, 52 - *Bythinia tentaculata*, 53 - *Valvata piscinalis*, 54 - *Valvata antiqua*, 55 - *Valvata naticina*, 56 - *Valvata macrostoma*, 57 - *Pisidium aumicum*, 58 - *Pisidium casertanum*, 59 - *Pisidium obtusale*, 60 - *Paludina vera*, 61 - *Helix sylvatica*.

ORIENTATIONS BIBLIOGRAPHIQUES

- AHORNER L (1975). - Present day stress field and seismotectonic block movements along major fault zones in Central Europe. - *Tectonophysics*, **29**, 233-249.
- ANDREAE, A. (1884). - Ein Betrag zur Kenntniss des Elsässer Tertiars. - *Abh. geol. Specialk. Els. Lothr.*, Strasbourg, **2**, **3**, 331 p.
- BERGERAT F. (1983). - Paléo-contraintes et évolutions tectoniques paléogènes du Fossé Rhéna. - *C.R. Acad. Sci.*, Paris I, **297**, 77-80.
- BUCHNER F. (1981). - Rheingraben : horizontal stylolites indicating stress regimes of earlier stage of rifting. - *Tectonophysics*, **73**, 113-118.
- CAILLEUX A. (1945). - Distinction des galets marins et fluviatiles. - *Bull. Soc. géol. Fr.*, Notes et Mémoires, **15**, 375-404.
- DURINGER Ph. (1988). - Les conglomérats des bordures du rift cénozoïque rhéna. Dynamique sédimentaire et contrôle climatique. - Thèse d'Etat, Université de Strasbourg, Strasbourg, 278 p.
- DURINGER Ph. & GALL J.C. (1993) Les écosystèmes microbiens marqueurs des variations des niveaux lacustres en contexte de fan-deltas. Exemple du rift rhéna méridional (Europe occidentale). *Geol. Rundschau*, Stuttgart, **82**, 30-4.
- DURINGER Ph. (1994). - Die sedimentation im Rheingraben während der paroxysmalen Phase der Riftbildung. - *Excursion der 116ème Tagung des Oberrheinischen Geologischen Verein*, 18-22 april Strasbourg.
- DURINGER Ph. & GALL J.C. (1994). - Morphologie des constructions microbiennes en contexte de fan-delta Oligocène. Exemple du rift rhéna (Europe occidentale). - *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, Amsterdam **107**, 35-47.
- DURINGER Ph. (1995). - Dynamik der detritischen Ablagerungen am Rande des Oberrheingrabens (Obereozän-Unteroligozän) (Exkursion G am 21 April 1995).- *Jber.Mitt. Oberrhein.geol.Ver.* N.F. **77**, 167-200.
- DURINGER Ph. (1997). - Dynamics of graben shoulder fan-deltas and rift lakes. The example of the upper Rhine Graben (Lower Tertiary, eastern France, southwestern Germany). - *18th IAS Regional European Meeting of Sedimentology*, Heidelberg. Excursion B 7, September 2-4, Gaea heidelbergensis **4**, 159-168.
- FISCHER H. (1965). - Geologie des Gebietes zwischen Blauen und Pfirter Jura (SW Basel) mit einem mikropaläontologischen Beitrag. - *Beitr. geol. Karte der Schweiz*, Bern NF **122**, 1-106.
- FONTES J.Ch., FILLY A. GAUDANT J. & DURINGER Ph. (1991). - Origine continentale des évaporites paléogènes de Haute-Alsace : arguments paléocéologiques, sédimentologiques et isotopiques. - *Bull. Soc. géol. France*, **162**, 4, 725-737.
- GREPPIN J.P. (1870). - Description géologique du Jura Bernois et de quelques districts adjacents. - *Beitr. geol. Karte der Schweiz*, Bern, **8**, 357 p.
- ILLIES J.H. (1975). - Recent and paleo-intraplate tectonics in stable Europe and Rheingraben rift system. - *Tectonophysics*, **29**, 251-264.
- KESSLER P. (1909). - Die tertiären Küstenkonglomerate in der mittelhheinischen Tiefebene mit besonderer Berücksichtigung der elsässischen Vorkommen. - *Mitt. geol. Landesanst. Els. Lothr.*, Strasbourg, **7**, 167-290.
- KILLIAN W. (1884). - Note sur les terrains tertiaire du Territoire de belfort et des environs de Montbéliard (Doubs). - *Bull. Soc. géol, Fr.*, **3**, **12**, 729-759.
- KLAEHN H. (1915). - Die Geologie der Umgebung von Colmar. - *Bull. Soc. Hist. nat.*, Colmar, **13**, 1-291 - 593-601.
- LEIDHOLD Cl. (1915). - Notiz über die Jura und Tertiärablagerungen bei Rosheim im Unter-Elsass. - *Centralbl. Min. Geol. Pal.*, Stuttgart, 131-142.
- LETOUZEY J. & TREMOLIERE P. (1980). - Paleo-stress around the Mediterranean since the Mesozoic derived from microtectonics : comparison with the plate tectonic data. - *Mém. B.R.G.M.*, **115**, 261-273.
- RAUSCHER R, SCHULER M, & SITTNER C (1988). - Les dinokystes dans le Paléogène d'Alsace, le problème de l'origine des sels. - *C.R. Acad. Sc. II*, **307**, 175-178.
- SCHIRARDIN J. (1954). - Les formations littorales et côtières du Sannoisien de la Moyenne Alsace. - *Bull. Serv. Carte géol. Als.-Lor.*, Strasbourg, **7**, 35-67.

- SCHULER M. (1988). - Palynologie et biostratigraphie de l'Eocène et de l'Oligocène inférieur dans les fossés rhénan, rhodanien et de Hesse. - Thèse de Doctorat d'Etat, Strasbourg, 383 p.
- SCHNEIDER A. (1960). - Geologie des Gebieten von Siegfriedblatt Porrentury (Berner Jura). - *Beitr. geol. Karte Schweiz*, Berne, NF 109, 1-72.
- SITTLER C. (1965). - Le Paléogène des fossés rhénan et rhodanien. Etudes sédimentologiques et paléoclimatiques. - *Mém. Serv. Carte Als. Lorr.*, Strasbourg, 24, 392 p.
- SITTLER C. (1967). - Le soubassement et le remplissage sédimentaire du fossé rhénan, au niveau du bassin de Pechelbronn et du seuil d'Erstein. Coupes géologiques à travers le fossé rhénan. In : Rothe JP, Sauer K. (eds.) The Rhingraben progress report. - *Abh. geol. Landesamt.*, Baden-Württ. 6, 69-80.
- SITTLER C. (1969). - Le fossé rhénan en Alsace. Aspect structural et histoire géologique. - *Rev. Géogr. phys. Géol. dynam.* 11, 465-494.
- SITTLER C. (1972). - Le Sundgau, aspect géologique et structural. - *Sci. Géol. Bull.* 25, 2-3, 93-118.
- SITTLER C. (1983). - Le fossé rhénan. - *Encyclopédie de l'Alsace*, Strasbourg, 5, 3122-3137.
- SITTLER, C. (1992). - Illustrations de l'histoire géologique du fossé rhénan et de l'Alsace. - *N. Jb. Geol. Paläont.*, 186, 3, 255-282.
- SITTLER C., SONNE V., SCHULER M., DURINGER P. & GEISSERT (1985). - Le tertiaire du fossé rhénan. - *Excursion du groupe d'étude du Paléogène et du groupe français d'étude du Néogène* 14-18 octobre 1985, Strasbourg.
- TRICART J. & SCHAEFFER R. (1950). - L'indice d'éroulé des galets, moyen d'étude des systèmes d'érosion. - *Rev. Geomorph. dynam.* 1, 151-179.
- TRICART J. & VONFELT J. (1955). - La signification paléogéographique des conglomérats oligocènes de la bordure vosgienne. - *Bull. Serv. Carte géol. Als.-Lor.*, Strasbourg, 8, 1, 105-118.
- VILLEMINT T. (1986). - Tectonique en extension, fracturation et subsidence : le fossé rhénan et le fossé de Sarre-Nahe. - Thèse de Doctorat de l'Université Paris IV, 270 p.
- VILLEMINT., ALVAREZF. & ANGELIER J. (1986). - The rhinegraben : extension, subsidence and shoulder uplift. - *Tectonophysics*, Amsterdam, 128, 47-59.
- VILLEMINT., ANGELIER J. & BERGERAT F. (1984). - Tectoniques en extension et subsidence dans le Nord-Est de la France. - *Ann. Geol. Nord.* CIII, 221-229.

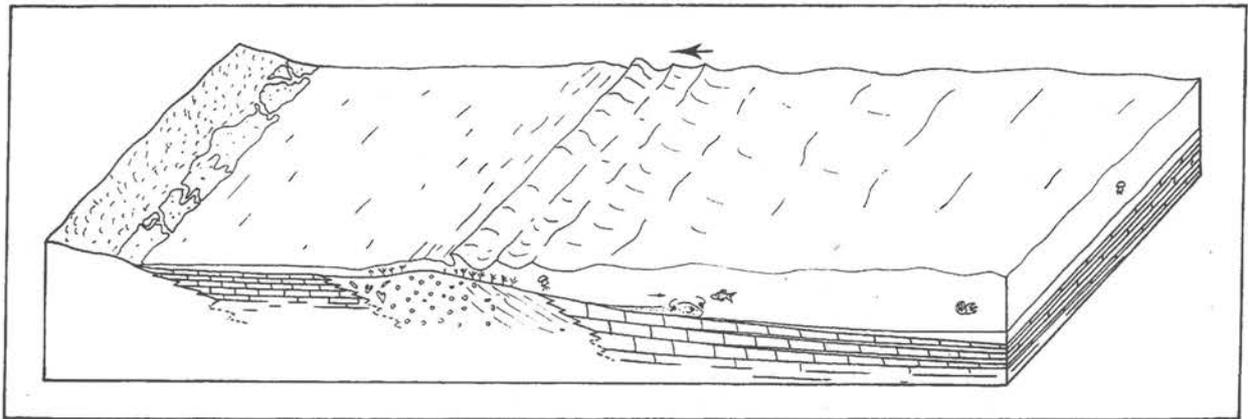
2^{ème} JOURNÉE

**DU LAGON PROTÉGÉ AUX TEMPESTITES DISTALES :
UN MODÈLE TRANSGRESSIF D'ÉCOLE.
L'EXEMPLE PÉDAGOGIQUE DU MUSCHELKALK
SUPÉRIEUR DE L'EST DE LA FRANCE
(Trias moyen - Alsace Lorraine)**

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF POLITICAL SCIENCE
1100 EAST 58TH STREET, CHICAGO, ILL. 60637
TEL: 773-936-3700 FAX: 773-936-3701
WWW.POLSC.UCHICAGO.EDU

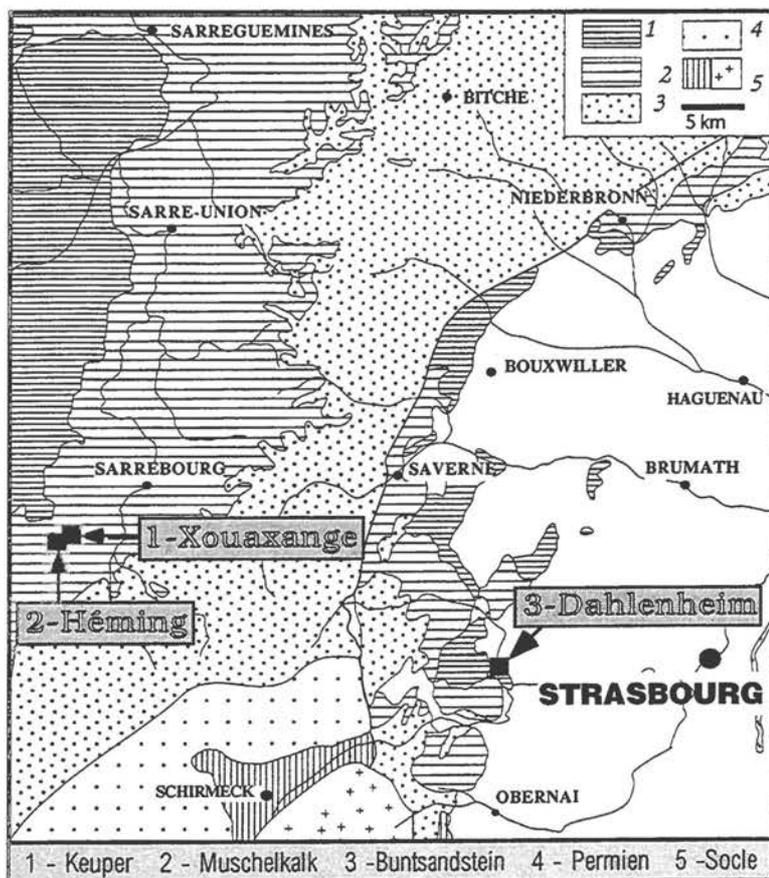
MUSCHELKALK

DURINGER Philippe



Université Louis Pasteur (ULP), Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre (E.O.S.T. Géologie)
Centre de Géochimie de la Surface (CNRS-UMR 7517), Institut de Géologie 1, rue Blessig, 67084
Strasbourg cedex

: duringer@illite.u-strasbg.fr  : 03 88 35 85 69  : 03 88 36 72 35



Affleurements visités lors de l'excursion

Arrêt 1 et 2 - Xouaxange et Héming : en empruntant la RN 4 entre Bébing et Héming, on aperçoit de loin les deux énormes carrières de Xouaxange et de Héming taillées dans la colline en bordure du canal de la Marne au Rhin. Elles sont exploitées par les *ciments d'Origny* dont l'usine de fabrication est installée à Héming. On accède le plus facilement aux deux carrières en remontant la petite route qui quitte le village de Xouaxange (à 3 km de Héming) en direction de Lorquin. A quelques centaines de mètres de la sortie du village, on coupe le chemin d'exploitation qui relie les deux carrières. On accède alors rapidement à la carrière de Xouaxange en prenant à gauche (la carrière est à environ 1 kilomètre) et à la carrière de Héming en partant à droite (quelques centaines de mètres). La coupe la plus complète est celle de la carrière de Héming (fig. 83). Celle de Xouaxange, plus modeste, se termine par le banc de micrite principale (niveau 25 de la coupe de Héming).

Les deux carrières montrent le Calcaire à entroques dans sa totalité et les deux tiers du Calcaire à cératites (Héming). On y observe des faciès de calcaires massifs à entroques (figs. 84a, 84c), des faciès de tempestites distales à proximales (fig. 85), des micrites de lagon à rides d'oscillations (fig. 84b, 86b, 86d), des micrites de lagon bioturbées (figs. 86a, 86c), des micrites de lagon à litages obliques (barres de méandres) (figs. 87b) et des micrites de lagon déformées (figs. 88a-b). On rencontre, à la base du banc de micrite principal (fig. 83) des petits chenaux d'émergence (fig. 87d) et parfois des conglomérats intraformationnels (surtout à Xouaxange) (fig. 88c-d).

Arrêt 3 -Dahlenheim : la carrière de Dahlenheim est creusée au sommet de la colline du Soultzberg. On y accède en prenant à Dahlenheim, la route qui file vers le Sud puis vers l'Ouest en direction de la D 422. La carrière en activité est située en amont de l'usine à chaux qui se trouve à côté du terrain de football à environ 1 km du village. L'affleurement expose la partie supérieure du Calcaire à cératites (de la zone à *spinus* à la zone à *semipartitus*) ainsi que toute la Lettenkohle inférieure visible seulement au sommet de la carrière. La partie sommitale du Muschelkalk supérieur est marquée par deux bancs massifs : les Calcaires à térébratules. Les faciès à tempêtes sont sensiblement les mêmes qu'à Héming mais en position plus proximale. Les bancs de micrites sont généralement plus épais et plus fréquents (fig. 87a).

**DU LAGON PROTEGE AUX TEMPESTITES DISTALES :
UN MODELE TRANSGRESSIF D'ECOLE. L'EXEMPLE PEDAGOGIQUE DU
MUSCHELKALK SUPERIEUR DE L'EST DE LA FRANCE
(TRIAS MOYEN - ALSACE LORRAINE).**

RESUME

Le Muschelkalk constitue, au sein de la trilogie du Trias germanique, le seul épisode réellement marin. Il est calé entre les faciès gréseux et fluviatiles de la base du Trias (le Buntsandstein) et les dépôts marno-salifères évaporitiques du sommet du Trias (le Keuper).

Le Muschelkalk supérieur représente l'épisode marin le plus franc du Muschelkalk. Deux grandes unités lithostratigraphiques forment ce Muschelkalk supérieur : le Calcaire à entroques à la base, constitué par des bancs de calcaires massifs, épais et pratiquement sans marnes, et le Calcaire à Cératites au sommet formé d'une alternance marno-calcaire assez monotone riche en Cératites.

Le Calcaire à entroques est un dépôt d'eau peu profonde sur une barrière récifale à Encrines alors que le Calcaire à Cératites marque le passage à des environnements de bassin à la fois plus distaux et plus profonds (entre 20 et 80 mètres).

Les dépôts du Calcaire à Cératites sont dominés par une dynamique de tempête qui est à l'origine de la grande majorité des bancs calcaires. Chaque banc de calcaire (calcarénites) représente le dépôt d'une ou de plusieurs tempêtes, et les marnes le bruit de fond de la sédimentation entre les périodes de tempêtes.

Verticalement, l'épaisseur des bancs de calcaire se modifie graduellement (augmentation ou diminution de la taille des bancs calcaires) pour former des séquences d'échelle métrique à plurimétrique. A l'intérieur du grand mouvement transgressif général du Muschelkalk, elles sont le résultat de plusieurs mouvements transgressifs et régressifs à plus petite échelle attribuables à des pulsations du niveau marin.

Plusieurs ordres de séquences sont emboîtés les uns dans les autres, traduisant des fréquences de variation du niveau de la mer comprises entre 20 000 ans et le million d'années.

PALÉOGÉOGRAPHIE

Pendant le Trias inférieur (Buntsandstein), la plus grande partie de l'Europe est soumise à une sédimentation continentale fluviatile qui voit le développement de puissantes formations gréseuses dont les Grès vosgiens en représentent une grande partie (carrière du Kronthal, corniches gréseuses et conglomératiques des Vosges du Nord comme le rocher du Haut-Barr ou celui du Mont Ste Odile etc.).

Au sommet du Buntsandstein, l'installation des faciès de grès argileux très fins puis de grès dolomitiques (au sommet du Grès à Voltzia), marque la fin du régime continental en même temps que l'installation d'un milieu marin franc. C'est le début de la transgression marine du Muschelkalk qui progresse depuis le domaine germanique en direction du Bassin de Paris. Cette limite marque également la fin de la grande période détritique éo-mésozoïque et ouvre, pour une très longue période, et quasiment de manière définitive (au moins en Alsace pendant le Mésozoïque), la voie aux carbonates.

Cette mer va progresser jusqu'au-delà de Paris en se frayant un chemin entre les deux grands "môles" émergés à cette époque qui constituent le massif windélien au SE et un dôme émergé à l'emplacement approximatif de l'actuel Luxembourg.

Durant le Muschelkalk supérieur, la sédimentation n'est pas identique sur tout le domaine recouvert par la mer. On y distingue nettement une gouttière plus profonde et plus marneuse de direction NE-SW, bordée de faciès plus calcaires et dolomitiques de part et d'autre de cet axe. Proche des bordures du bassin, à proximité des reliefs émergés, le célèbre Muschelkalk (étymologiquement calcaire coquillier), notamment dans la région du Luxembourg, devient entièrement gréseux et totalement méconnaissable.

A la fin du Muschelkalk, l'épuisement du mouvement transgressif fait place aux faciès évaporitiques du Keuper.

MODELE DE DEPOT

Le modèle de dépôt du Muschelkalk supérieur est constitué par :

+ un domaine marin restreint de type lagon de zéro à quelques mètres de profondeur d'eau dans lequel se déposent des carbonates fins micritiques très bioturbés (des boues calcaires). Ils correspondent en grande partie aux faciès micritiques du Calcaire à entroques.

+ une zone de barrière peu profonde à Echinodermes (entre 3 et 15 mètres) très riche en matériel biodétritique, notamment en entroques. Cette zone de barrière n'est pas continue et se présente sous la forme de taches récifales plutôt que d'une barrière continue.

+ un domaine marin ouvert caractérisé par les alternances calcaires-marnes du Calcaire à Cératites essentiellement. Les marnes représentent le bruit de fond de la sédimentation et les bancs de calcaires les périodes de tempêtes pendant lesquelles de grandes masses de sédiments calcarénitiques sont transportées en quelques heures vers le bassin depuis les zones littorales.

Les trois domaines sont épisodiquement soumis à de brusques élévations du niveau d'énergie à la suite de tempêtes. C'est le matériel biodétritique de la zone de barrière qui alimente le bassin. Il n'y a pas d'apport extérieur. Les éléments sont remaniés puis redéposés après un transport plus ou moins important. Les tempestites sont particulièrement visibles dans le bassin car les érosions sont faibles, mais on trouve également les traces de ces tempêtes dans les calcaires micritiques de la zone restreinte sous forme de petites séquences à entroques. Sur la barrière, le niveau d'énergie élevé permanent entre les périodes de tempête efface toute trace de tempêtes.

Outre l'action des tempêtes, les rapides variations verticales de faciès (emboîtement de plusieurs ordres de séquences plurimétriques) montrent que d'autres facteurs influent de manière significative sur l'histoire du bassin. On peut invoquer des variations du niveau de la mer du Muschelkalk au cours du mouvement transgressif général, directement liées ou non à des phases de coupures plus ou moins longues de l'influence marine téthysienne. Ces pulsations du niveau général de la mer provoquent la formation des séquences à grande échelle.

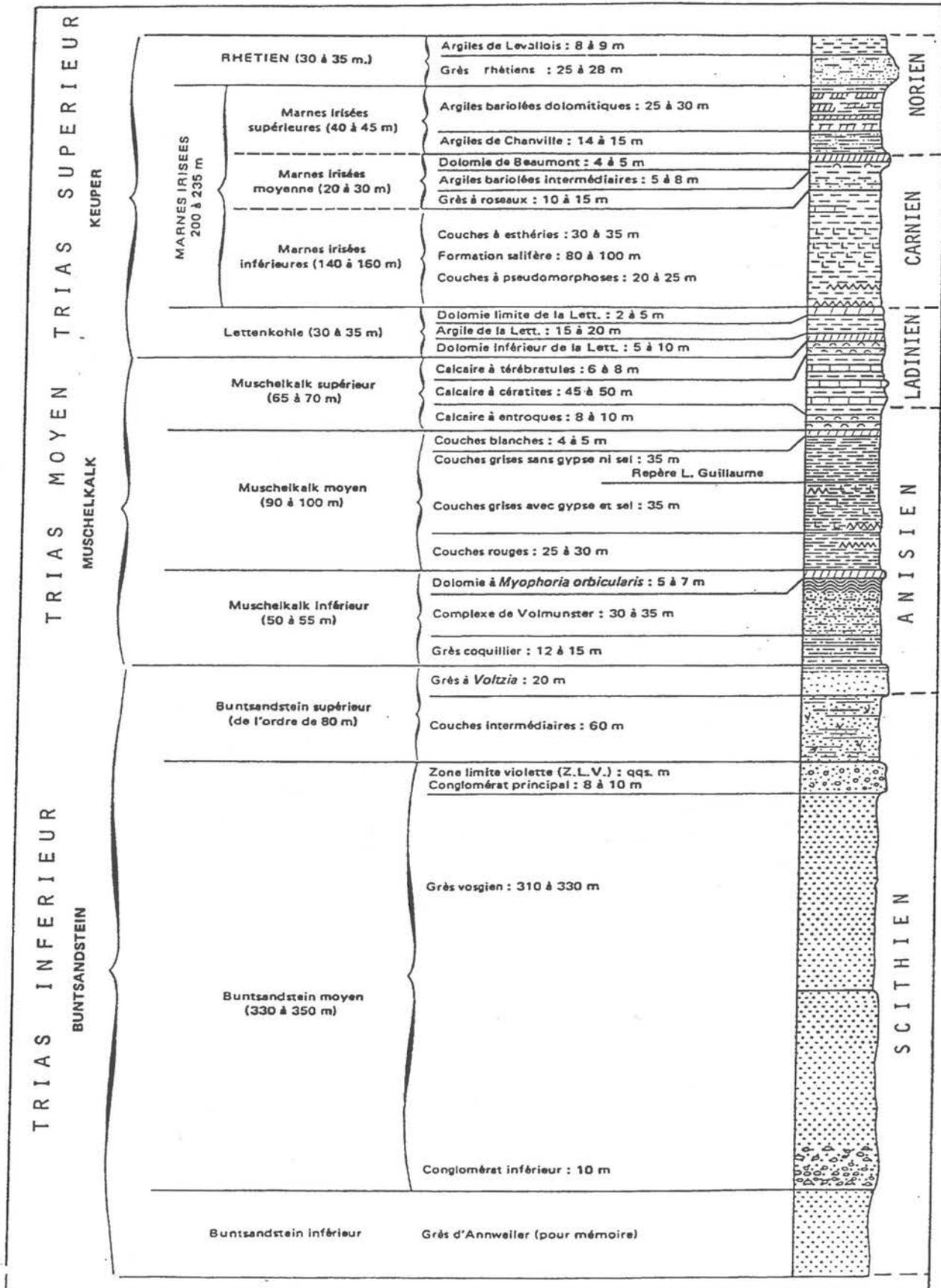


Fig. 67 - Coupe schématique et subdivisions du Trias lorrain (d'après Ricour, 1963).

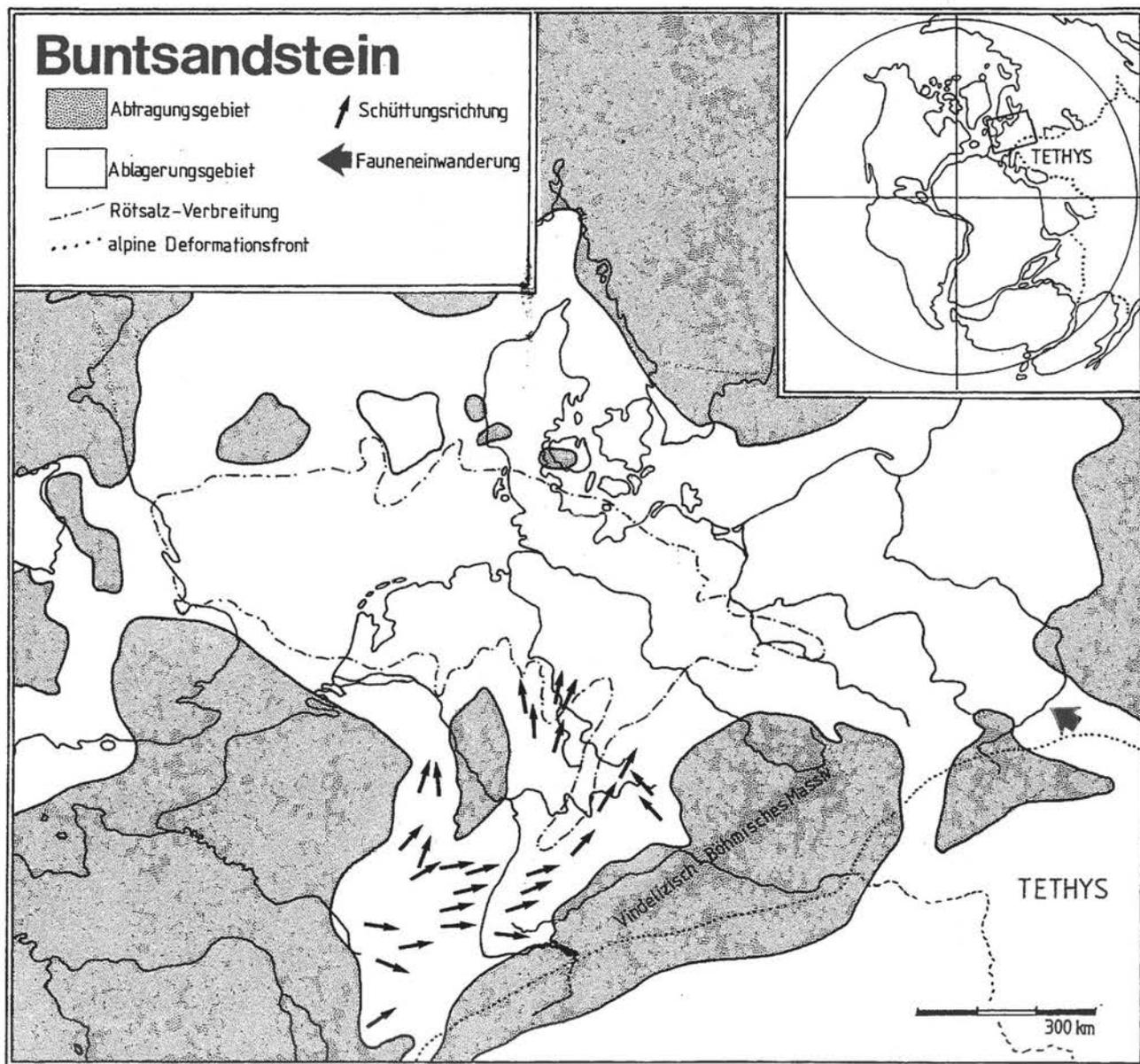


Fig. 68 - Carte paléogéographique du Buntsandstein (faciès germanique) (Hagdorn et Simon, 1985). Les paléocourants sont dirigés du SW vers le NW. Les faciès sont essentiellement gréseux et grésos-conglomératiques. Ils caractérisent dans l'Est de la France un environnement fluviatile en tresses caractérisé sans doute par l'installation épisodique de phases arides qui favorisent le développement de conditions désertiques et de faciès dunaires. Ces faciès sont cependant peu fréquents, mais les galets éolisés ne sont pas rares. La taille des galets dans les formations conglomératiques (Poudingue de Ste Odile, par exemple), décroît très rapidement vers le Sud et l'Ouest.

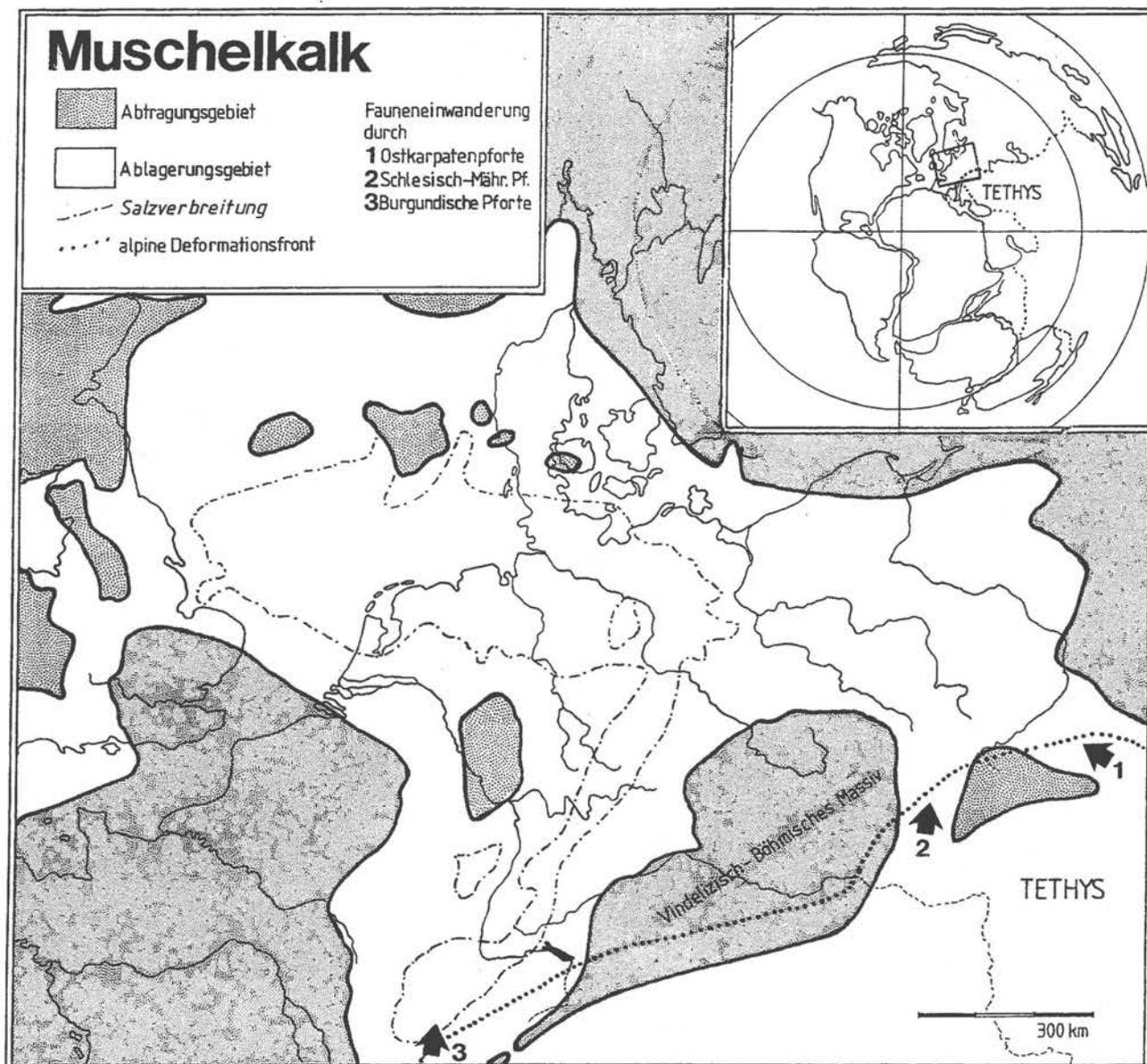


Fig. 69 - Carte paléogéographique du Muschelkalk (faciès germanique) (Hagdorn et Simon, 1985). Au sommet du Buntsandstein, les faciès détritiques deviennent progressivement plus fins. Dans l'Est de la France, c'est la formation du Grès à Voltzia qui assure la transition avec les faciès détritiques du Buntsandstein et les premiers faciès marins de la transgression du Muschelkalk qui progresse vers le Bassin de Paris. Deux épisodes marins francs (Muschelkalk inférieur et supérieur) encadrent la phase évaporitique du Muschelkalk moyen. Les phases marines du Muschelkalk caractérisent des milieux marins épicontinentaux peu profonds. Le bassin marin du Muschelkalk est relié à la Téthys par au moins trois seuils ou détroits. La fermeture épisodique et partielle de ces détroits est sans doute à l'origine des grandes variations de salinité pendant le Muschelkalk.

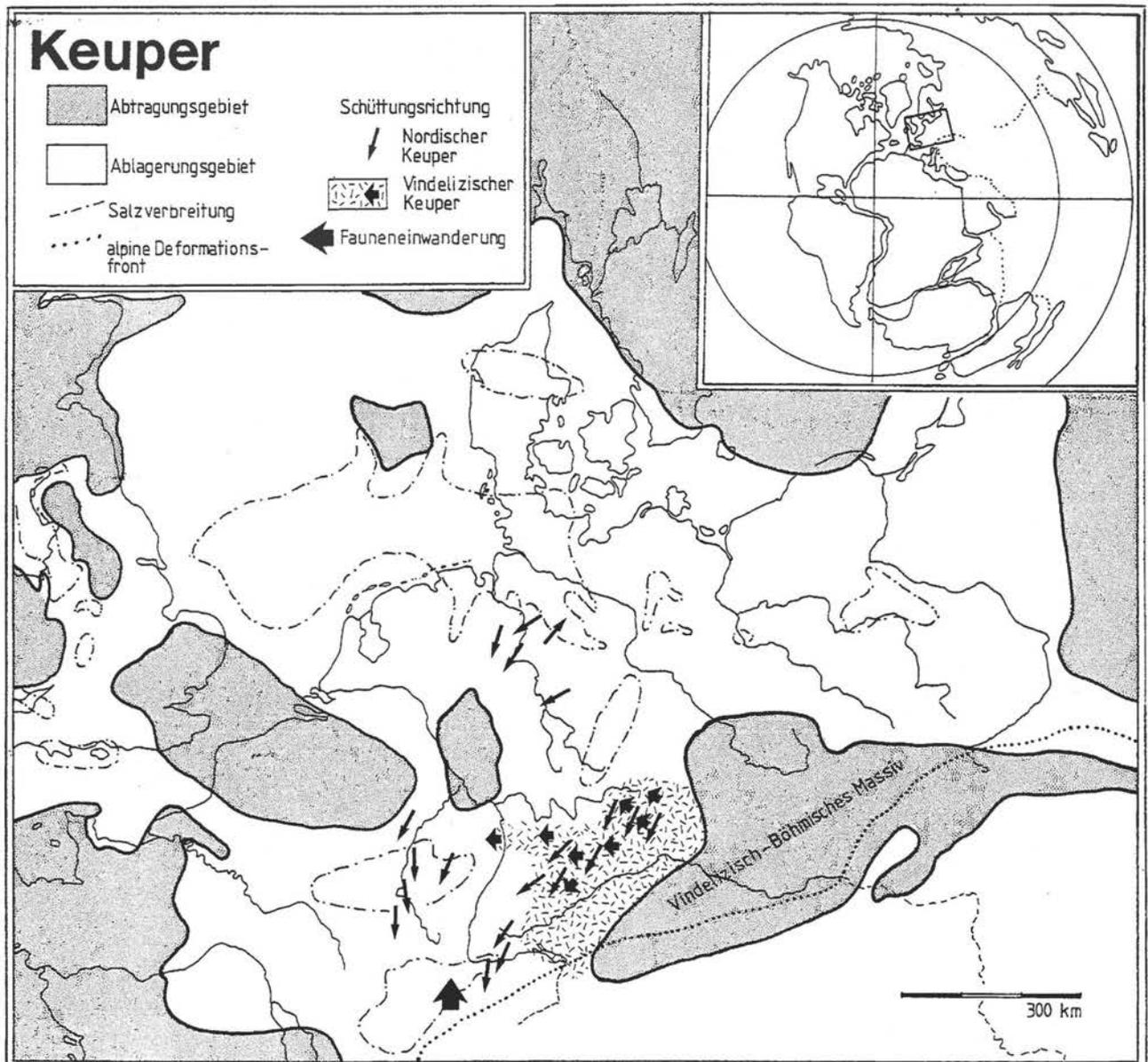


Fig. 70 - Carte paléogéographique du Keuper (faciès germanique) (Hagdorn et Simon, 1985). Au moins à l'Est, la mer du Muschelkalk semble coupée d'une alimentation marine continue. Le bassin devient rapidement déficitaire en eau et se transforme en bassin évaporitique. Cependant, la progression vers le bassin se poursuit ce qui rend la série du Keuper à la fois évaporitique (en faciès) et transgressive puisque ses limites continuent à s'avancer vers l'Ouest. C'est un des paradoxe du Keuper del'Est de la France. Les dépôts du Keuper sont faits essentiellement de dolomies et de marnes gypseuses avec quelques épisodes détritiques notamment au Keuper moyen (Grès à roseaux).

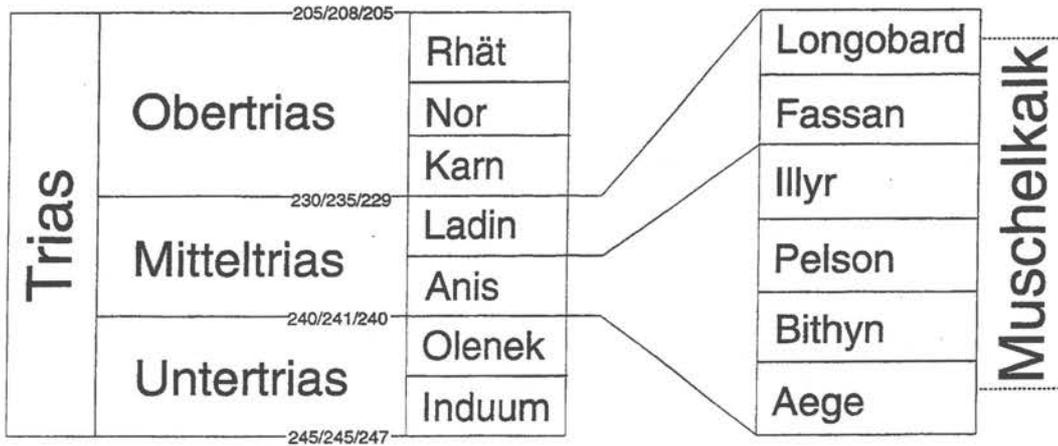


Fig. 71 - Chronostratigraphie du Trias à faciès germanique. Les âges absolus sont donnés en millions d'années. Les limites en âge absolu du Muschelkalk ne sont pas encore définitives (Hagdorn et Seilacher, 1991).

Gruppe	Untergruppe	Leitbänke	Standard-Zonen n. KOZUR 1974 Ceratiten-Zonen n. HAGDORN 1991	Conodonten n. KOZUR 1974	Crinoiden n. HAGDORN & GLUCHOWSKI 1993	Chronostratigraphie						
						n. KOZUR 1974		VISSCHER et al. 1993				
						Unterstufe	Stufe	Unterstufe	Stufe			
Muschelkalk	Oberer	moH-HB	<i>semipartitus</i> <i>dorsoplanus</i> <i>weyeri</i> <i>nodosus</i> <i>praenodosus</i> <i>sublaevigatus</i>	7	<i>liliiformis</i>	Longobard	Ladin	Fassan	Ladin			
		moM-CB moM-HB	<i>enodis</i> <i>postspinosus</i> <i>spinosus</i>	6 5 4								
		moM-RB moT-SB	<i>evolutus</i> <i>compressus</i> <i>robustus</i> <i>pulcher</i> <i>atavus</i>	3 2 1		Illyr		Illyr				
		moT-TB										
		Mittlerer							Anis	Anis	?	Anis
				Assemblage-Zone mit <i>Neoschizodus orbicularis</i> und <i>Judicartites</i>				<i>silesiacus</i>				
								<i>dubius</i>				
	Unterer	muWS				Pelson	Pelson	Pelson	Pelson			
		muWT	<i>Decurtella decurtata</i>	<i>kockeli</i>	<i>acutangulus</i>							
		muWO	Assemblage-Zone mit <i>Beneckeia buchi</i> , <i>Myophoria vulgaris</i> und <i>Dadocrinus</i>	<i>germanicus</i> „neva-densis“	<i>Dadocrinus</i>							

Fig. 72 - Subdivisions stratigraphiques de détail de l'ensemble du Muschelkalk avec les zones à cératites, à conodontes et à crinoïdes ainsi que les correspondances chronostratigraphiques (Hagdorn et Seilacher, 1991).

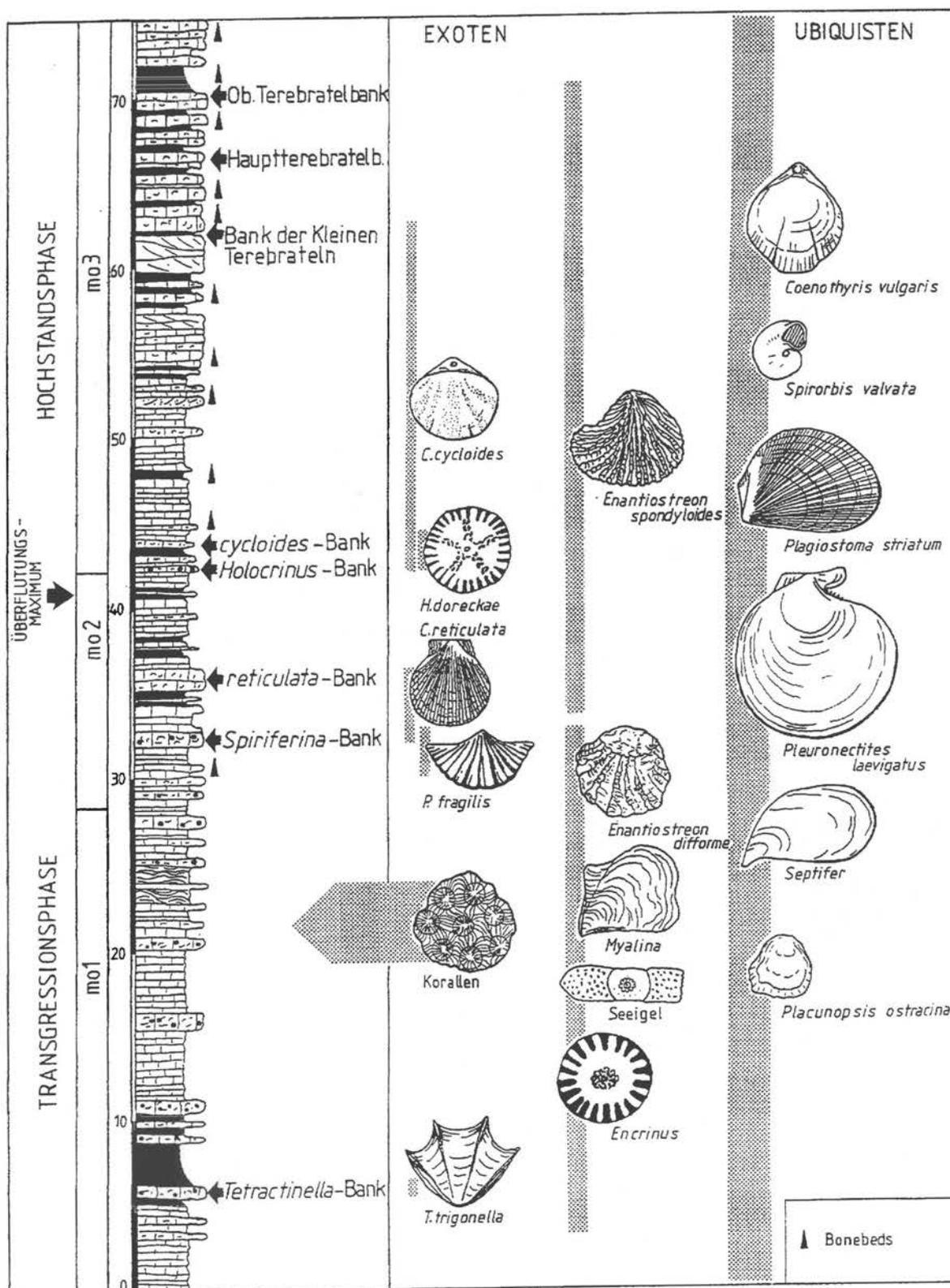


Fig. 74 - Bancs repères à faune caractéristique dans le Muschelkalk supérieur allemand (Hagdorn et Seilacher, 1991)

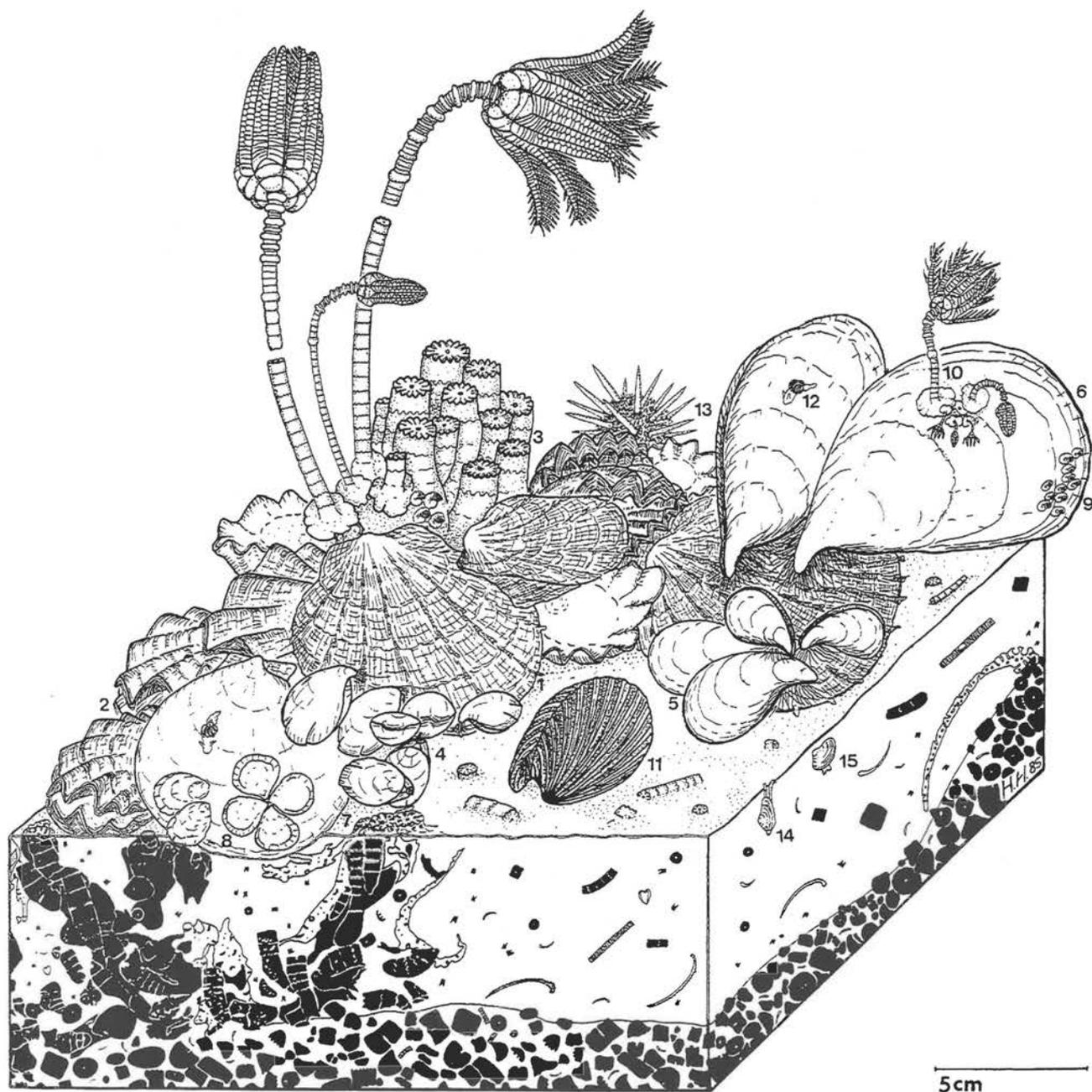


Fig. 75 - Biocénose d'un bioherme à encrines dans la formation des Calcaires à entroques (Hagdorn et Simon, 1985). Les huitres *Newaagia noetlingi* (1) et *Enantiostreon difforme* (2) forment les fondations de départ sur lesquelles vont se fixer les crampons d'*Encrinus* (3). Sur celui-ci vont se fixer avec leur pédoncule, les térébratules, *Coenothyris vulgaris* (4) et, à l'aide de leur byssus, les "moules" *Mytilus eduliformis* (5), *Myalina blezingeri* (6), *Pleuronectites laevigatus* (7). Sur les plus grandes coquilles vont se fixer les petites "huitres épizoaires" *Placunopsis ostracina* (8), les annélides sédentaires *Spirorbis valvata* (9) et le lys de mer *Encrinus liliiformis* (10). Le gros lamellibranche à rayures *Plagiostoma striatum* (11) est simplement posé au sol tandis que les gastéropodes *Naticella triadica* (12) et le petit oursin *Serpianotiariis coeava* (13) broutent les algues en surface du sédiment. Dans la boue, l'endofaune est principalement constituée par *Palaeoneilo elliptica* (14) et *Paleonucula goldfussi* (15). Beaucoup de coquilles sont, après leur mort, perforé par des lithophages (annélides, éponges...).

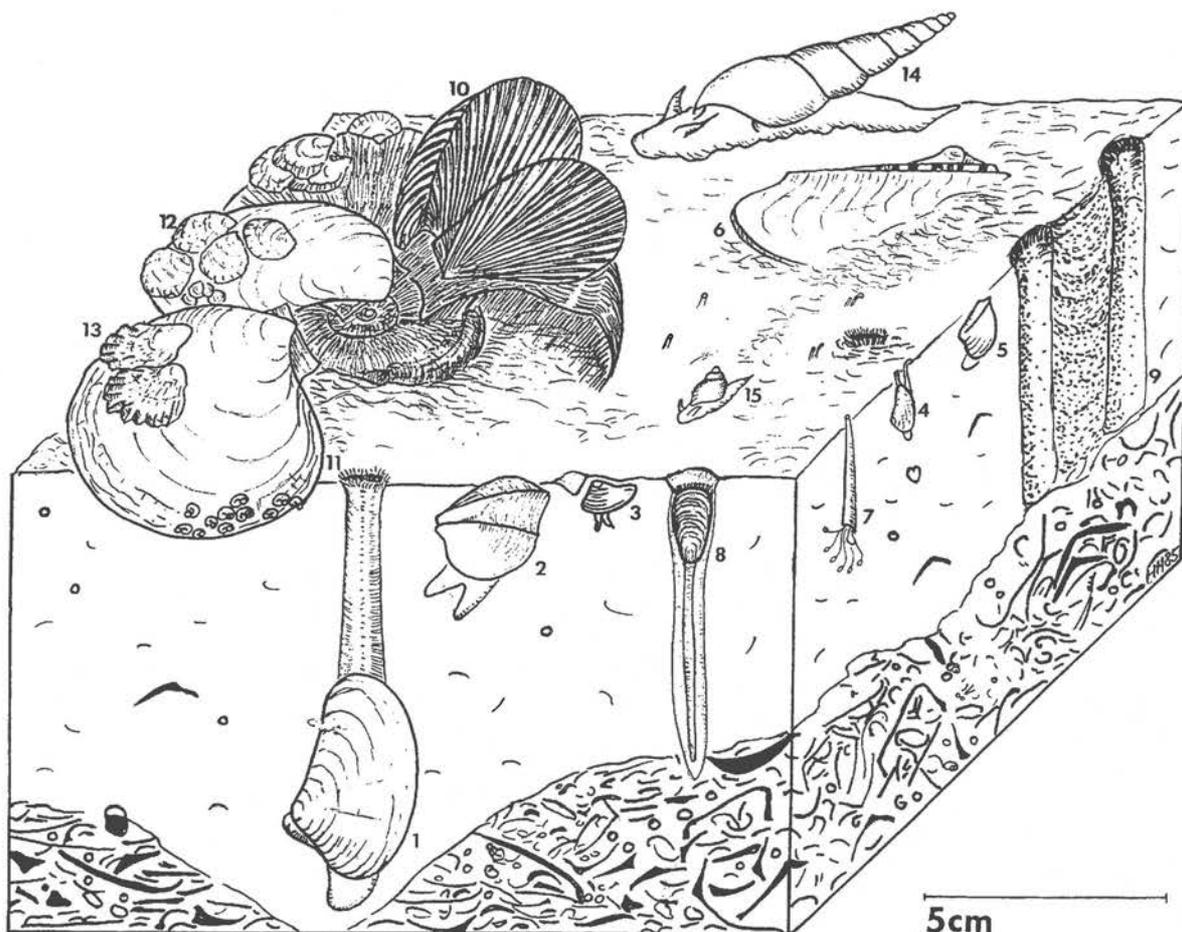


Fig. 76 - Biocénose des fonds meubles dans la partie supérieure du Calcaire à entroques (Hagdorn et Simon, 1985). Profondément enfoncé dans la boue vit le gros lamellibranche *Pleuromya musculoides*. Enfoncés dans la boue mais localisés immédiatement sous la surface vivent les lamellibranches *Myophoria vulgaris* (2), *Paleonucula excavata* (3), *Palaeoneilo elliptica* (4), *Myophoriopsis gregaria* (5) et *Hoernesia vulgaris* (6). On trouve également le scaphopode *Entalis laevis* (7) et le brachiopode *Lingula tenuissima* (8). Le terrier en U *Rhizocorallium commune* (9) creusé verticalement ou horizontalement est sans doute le fait d'un crustacé. Des coquilles de cératites ou des coquilles de grands lamellibranches comme *Plagiostoma striatum* (10), *Pleuronectites laevigatus* (11) sont fréquemment encroûtées par des petites huitres comme *Placunopsis ostracina* (12) ou *Enantiostreon difforme* (13). Les films algaires en surface du sédiment sont broutés par les gastéropodes *Loxonema obsoletum* (14) et *Omphaloptycha gregaria* (15).

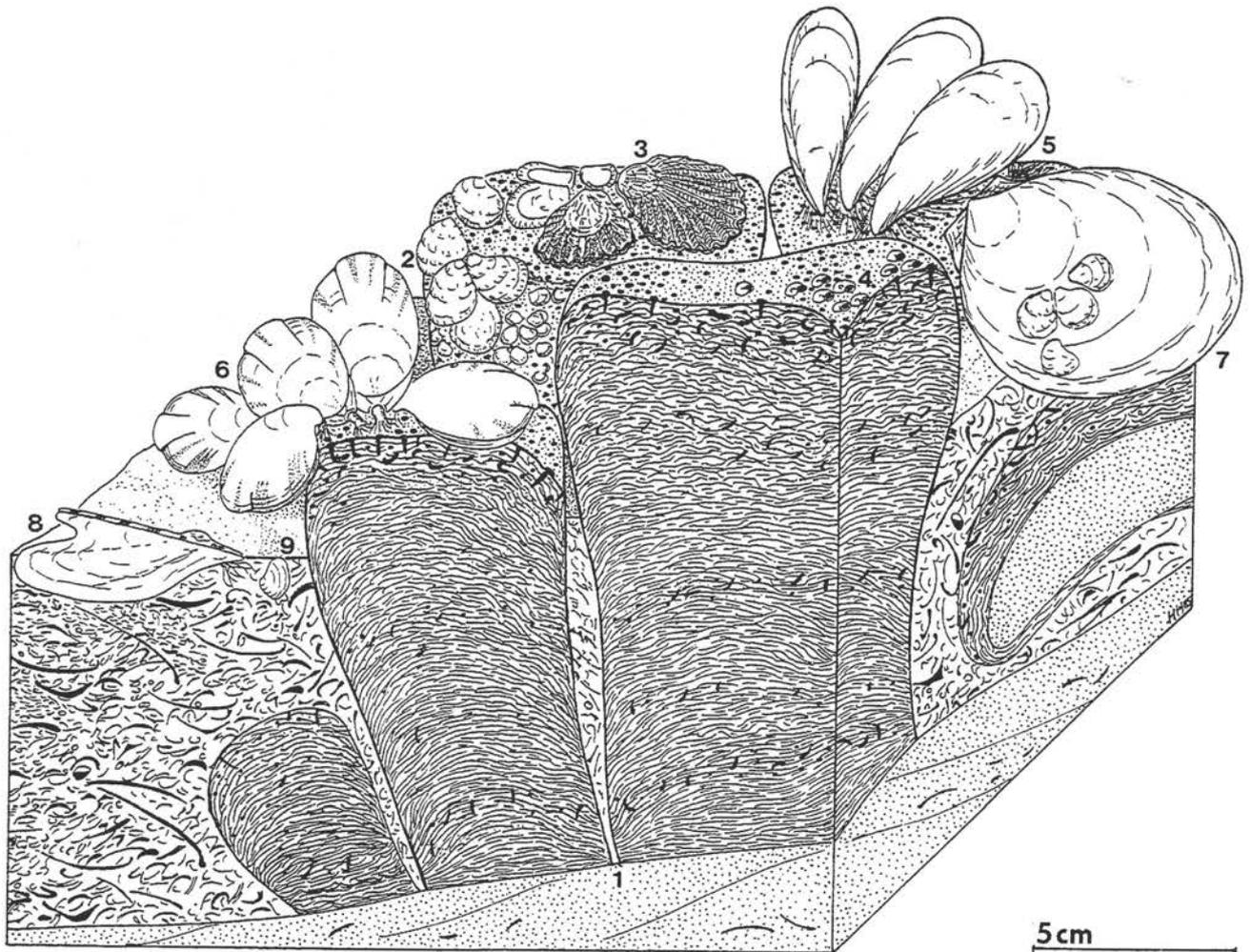


Fig. 77 - Biocénose des biohermes à *Placunopsis* (Hagdorn et Simon, 1985). Ces récifs qui atteignent parfois plusieurs mètres de diamètre sont fréquents dans la partie sommitale du Muschelkalk supérieur (Düringer, 1985). Sur un substrat dur formé souvent d'une grande coquille de lamellibranche ou de céphalopode (cératite ou nautilite), se fixent avec une forte densité les larves de *Placunopsis ostracina* (1). Une des valves de ces petites huîtres est fortement cimentée au substratum. A la mort des lamellibranches, la valve operculaire tombe ce qui permet la fixation de nouvelles coquilles de *placunopsis*. Peu à peu se construit un édifice en forme d'ellipsoïde aplati ou de pilier. L'ensemble forme des masses récifales de la taille d'un gros melon à plusieurs mètres de largeur pour 1 à 1,5 mètres de hauteur. Cet édifice sert parfois de fixation à d'autres espèces qui ont besoin, directement ou indirectement de surfaces durcies. On y retrouve cimentés l'huître *Enantiostreon spondyloides* (3) et l'annélide *Spirorbis valvata* (4). Puis viennent, fixé à l'aide d'un pédoncule la térébratule *Coenothyris vulgaris* (6) et à l'aide d'un byssus la moule *Mytilus eduliformis* (5). S'il existe autour du bioherme des substrats meubles, on peut trouver *Backevellia substriata* (8) qui est un fossile caractéristique de la zone à discocératites dans laquelle les récifs sont fréquents et *Paleonucula excavata* (7).

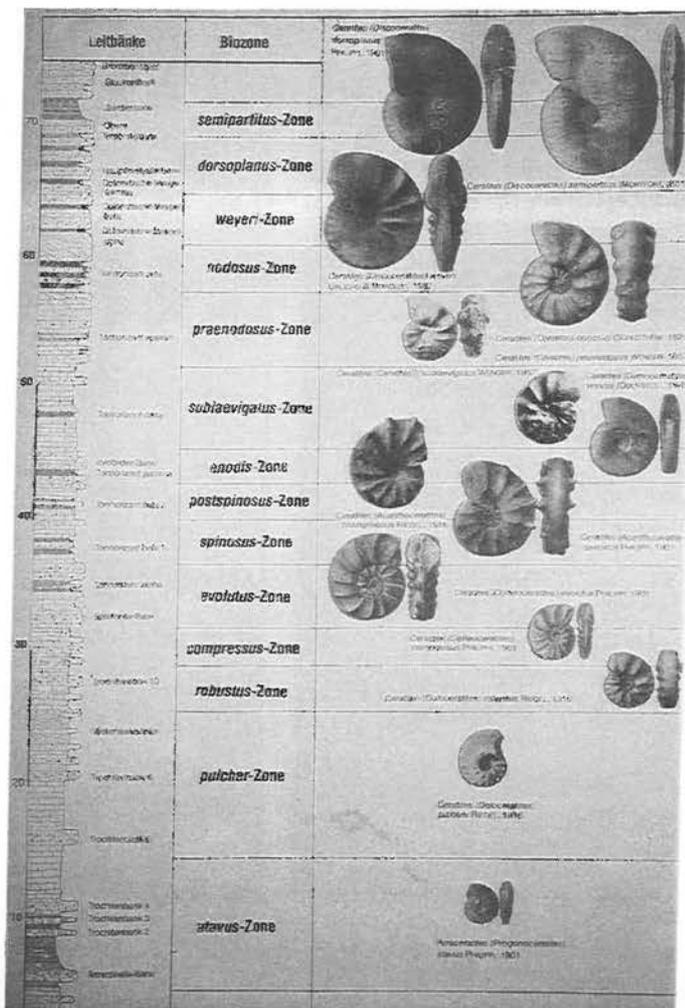


Fig. 78 - Zones à cératites du Muschelkalk supérieur (faciès germanique). Remarquez l'augmentation progressive de la taille des cératites de la zone à *atavus* à la zone à *semipartitus* (de quelques centimètres pour *atavus* à 30-50 cm pour *semipartitus*. Ceratites présentes à Héming : de *compressus* à *praenodosus*. (document et cliché HAGDORN, 1999 inédit).

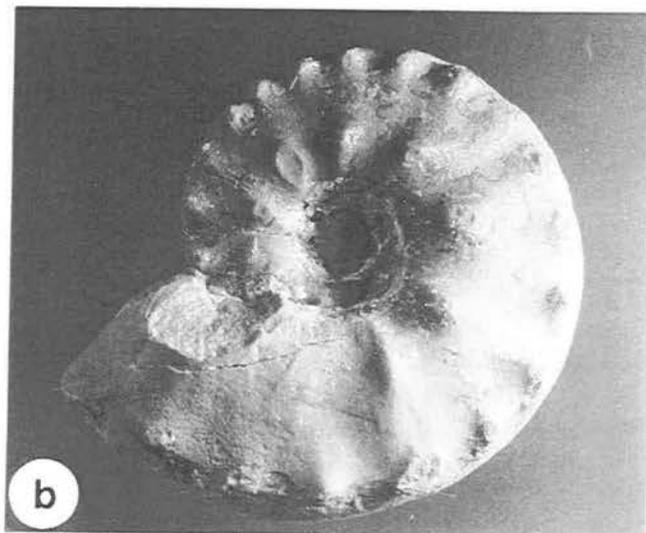
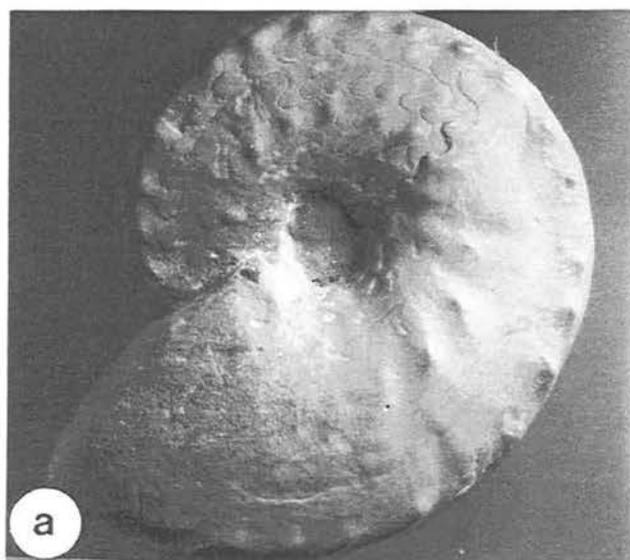


Fig. 79 - a- *Paraceratites (Progonoceratites) atavus* (PHILIPPI, 1901); b - *Ceratites (Doloceratites) pulcher* (RIEDEL, 1916) (matériel et cliché HAGDORN, 1999 inédit).

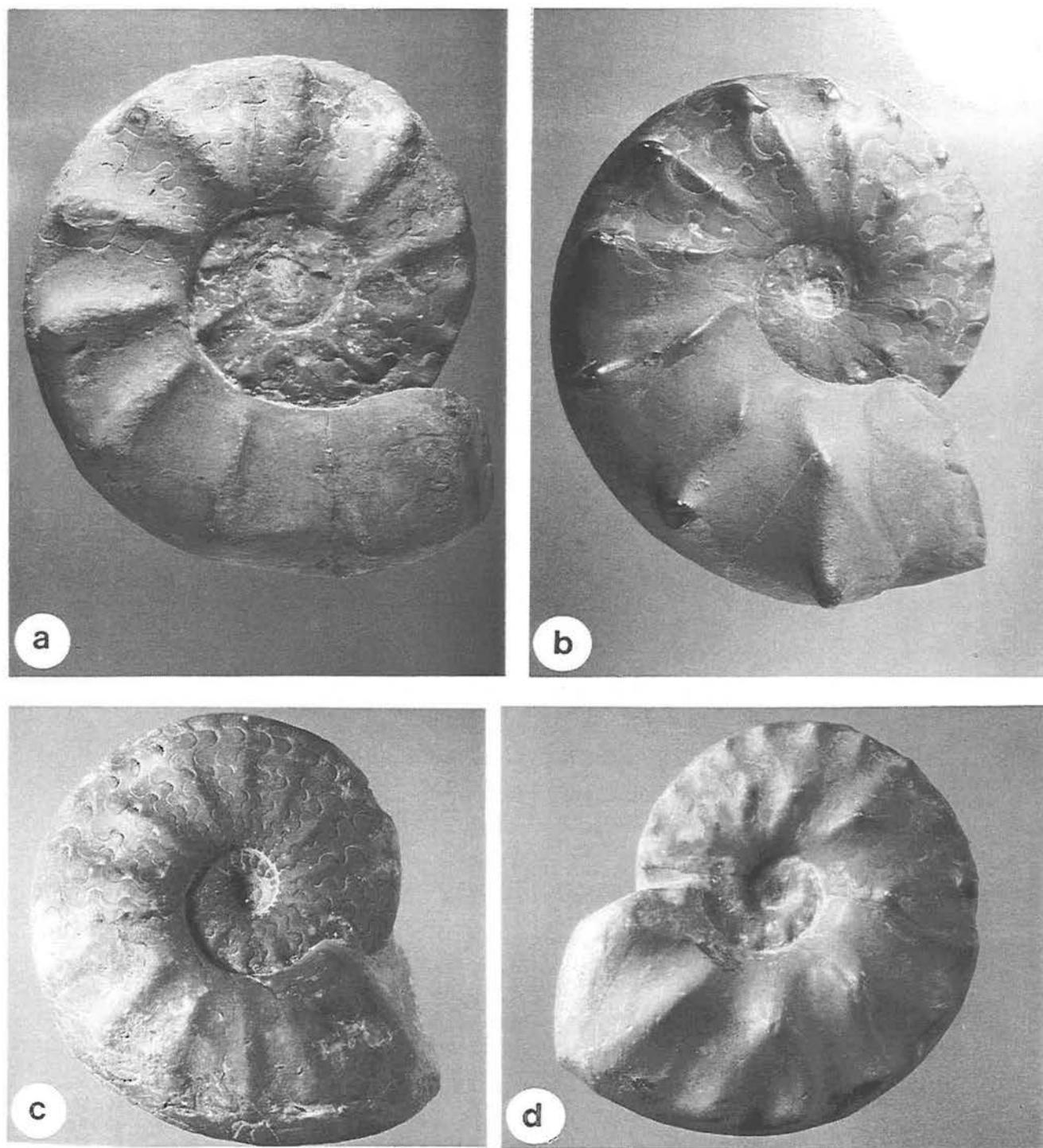


Fig. 80 - a - *Ceratites (Opheoceratites) evolutus* (PHILIPPI, 1901); b - *Ceratites (Acanthoceratites) spinosus* (PHILIPPI, 1901). c - *Ceratites (Opheoceratites) compressus* (PHILIPPI, 1901); d - *Ceratites (Doloceratites) robustus* (RIEDEL, 1916) (document et cliché HAGDORN, 1999 inédit).

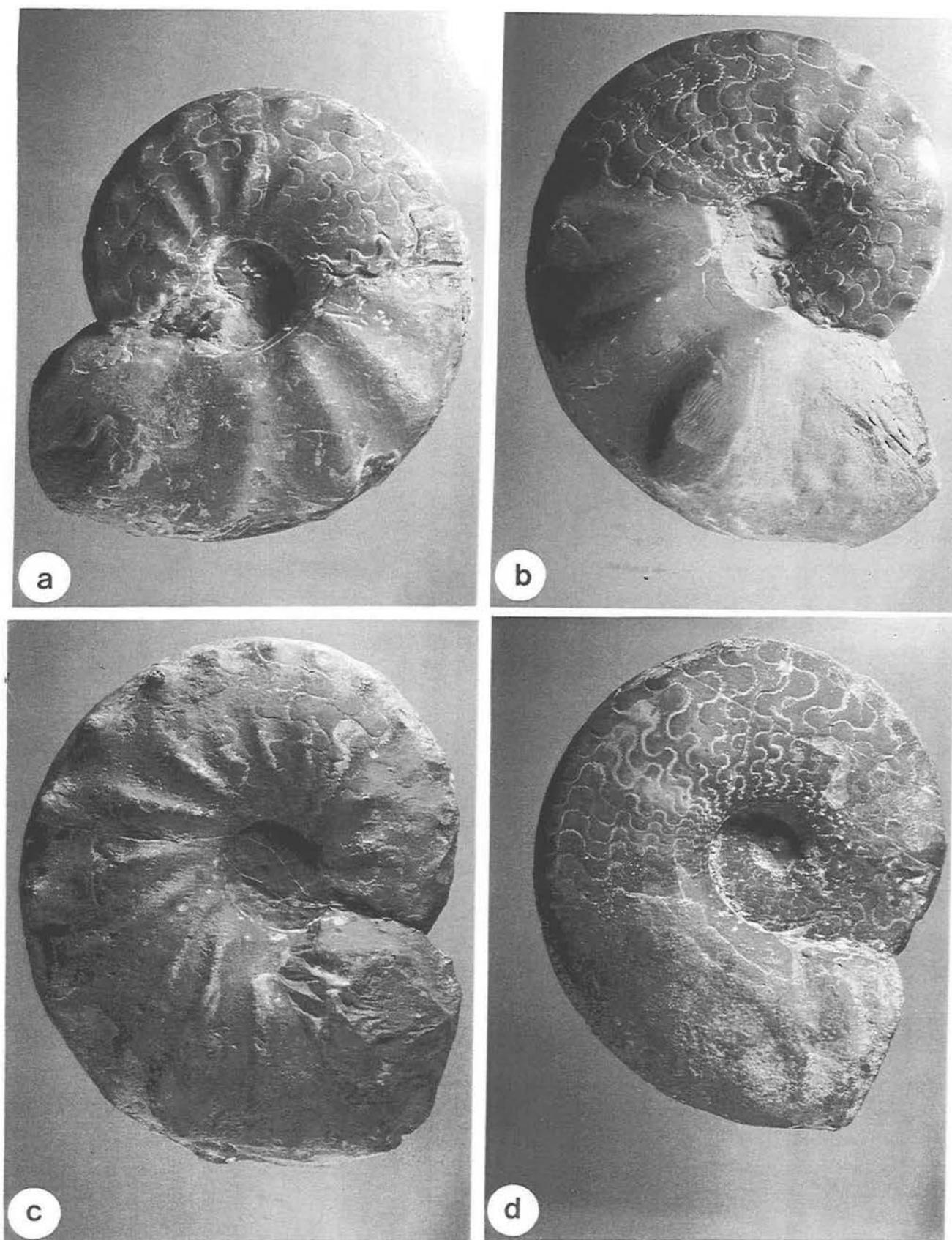


Fig. 81 - a - *Ceratites (Ceratites) sublaevigatus* (WENGER, 1957); b - *Ceratites (Ceratites) praenodosus* WENGER, 1957); c - *Ceratites (Acanthoceratites) postspinosus* (RIEDEL, 1916); d - *Ceratites (Gymnoceratites) enodis* (QUENSTEDT, 1849) (document et cliché HAGDORN, 1999 inédit).

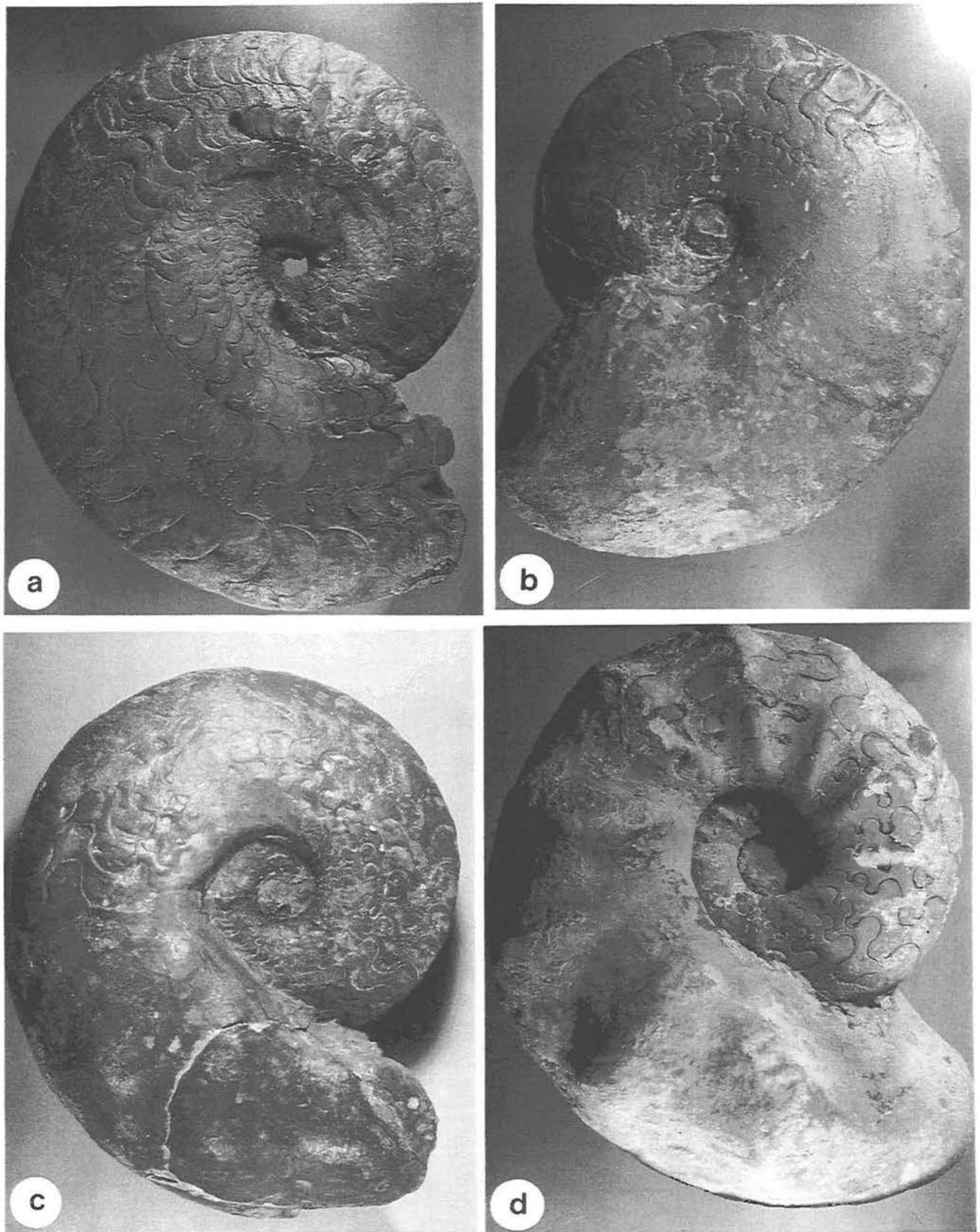


Fig. 82 - a - *Ceratites (Discoceratites) semipartitus*, (MONTFORT, 1802); b - *Ceratites (Discoceratites) dorsoplanus* (PHILIPPI, 1901); c - *Ceratites (Discoceratites) weyeri* (URLICHS et MUNDLOS, 1987); d - *Ceratites (Ceratites) nodosus* (SCHLOTHEIM, 1820). (document et cliché HAGDORN, 1999 inédit).

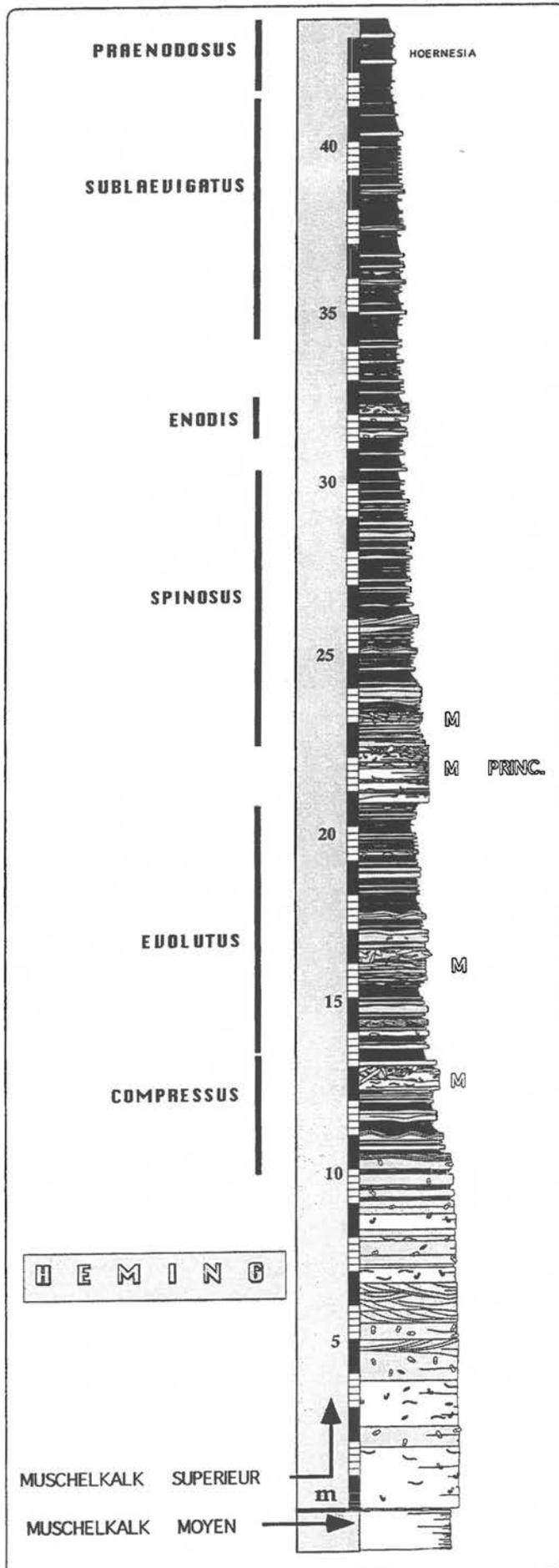
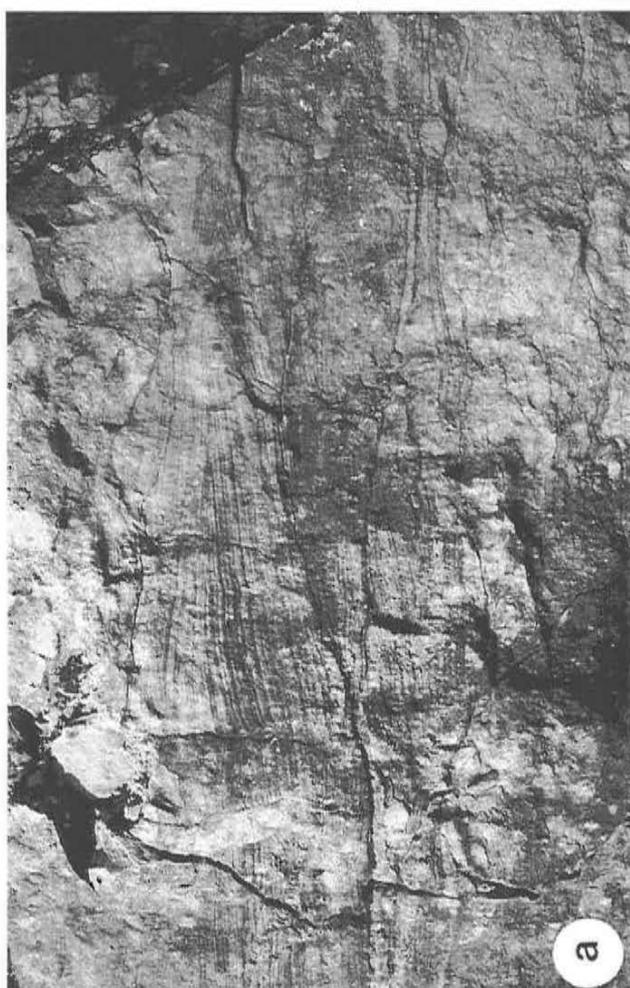


Fig. 83 - Coupe de la grande carrière de Héming avec les zones à cératites (travail en cours, Düringer et Hagdorn inédit et Düringer et Hagdorn, 1987). Le Muschelkalk supérieur de l'Est de la France est divisé en deux parties : le Calcaire à entroques à la base (10-12 m) caractérisé par des calcarénites massives à entroques et par les Couches ou Calcaires à cératites (40-50 m) caractérisés par des alternances marno-calcaires d'allure monotone riches en cératites.



Fig. 84 - a - Litages obliques en dôme (H.C.S.) dans les calcarénites du Calcaire à entroques; b - détail des rides de vagues dans les bancs de micrites. Détail des faciès du Calcaire à entroques (biocalcarénites à entroques et à oolites marquées par des litages obliques et micrites biotorbées (firmgrounds)).



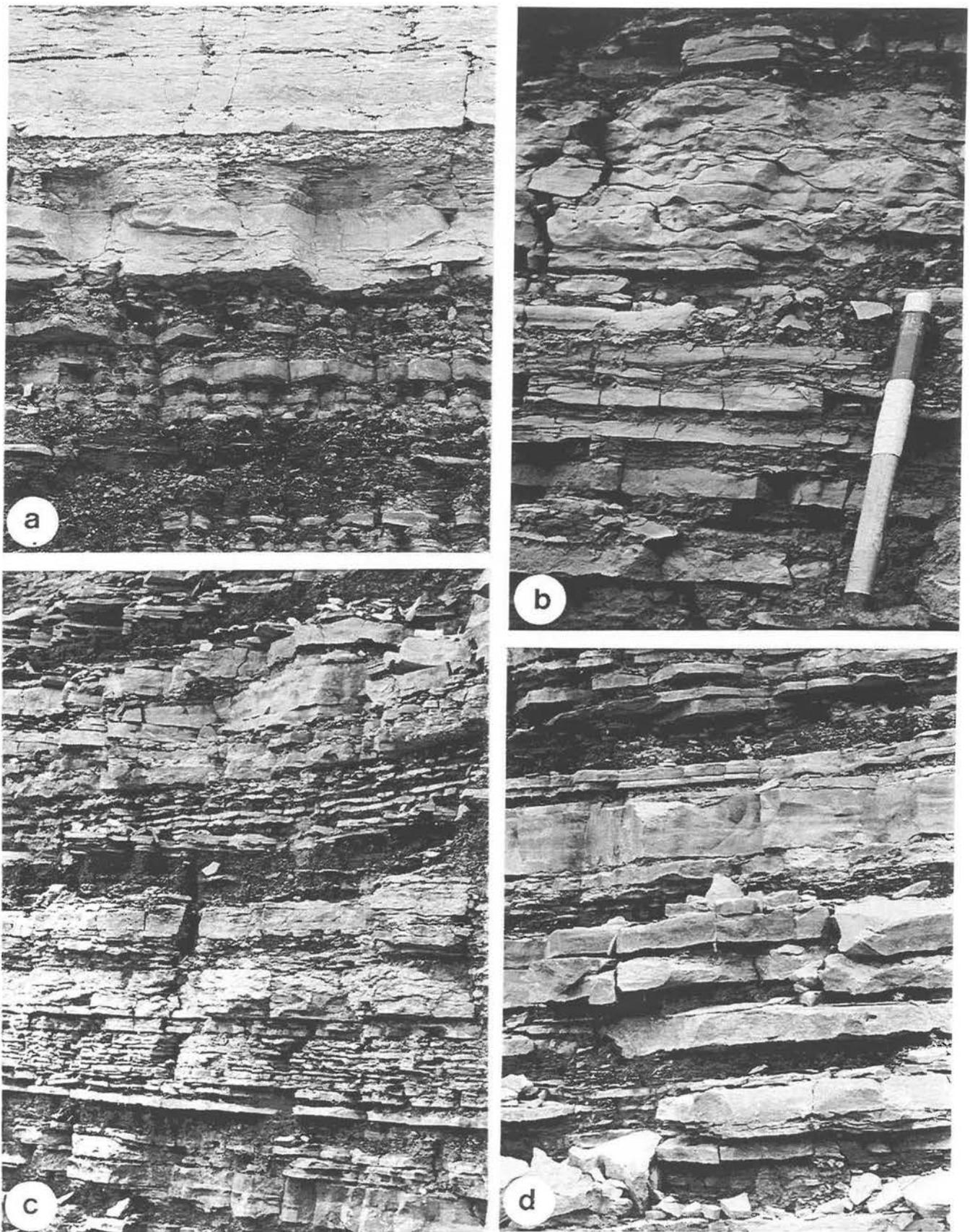


Fig. 85 - a et b - Tempestites distales sur lesquelles s'installe une micrite de lagon (banc principal M 3 pour (a) et banc secondaire M 1 ; c - séquences d'échelle métrique correspondant à des variations eustatiques de petite amplitude; d - détail du faciès marno-calcaire alternant des tempestites.

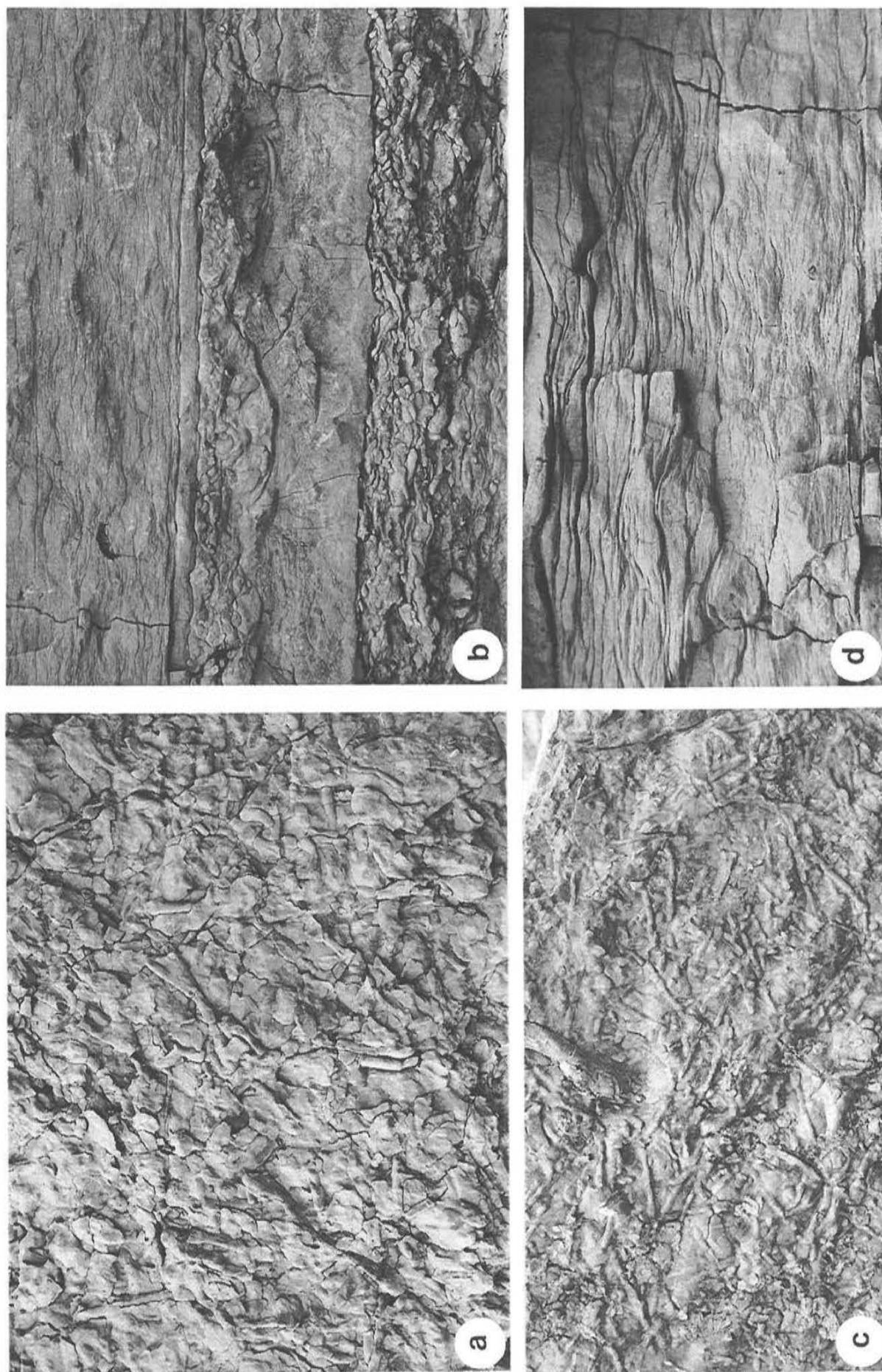


Fig. 86 - a et c - Bioturbation de type *Planolites* dans les bancs de micrite; b - détail d'un banc micritique montrant une partie inférieure très bioturbée (idem a et c), une partie supérieure laminée faisant apparaître un litage de rides de vagues et une partie moyenne à bioturbations uniquement dans sa partie supérieure.

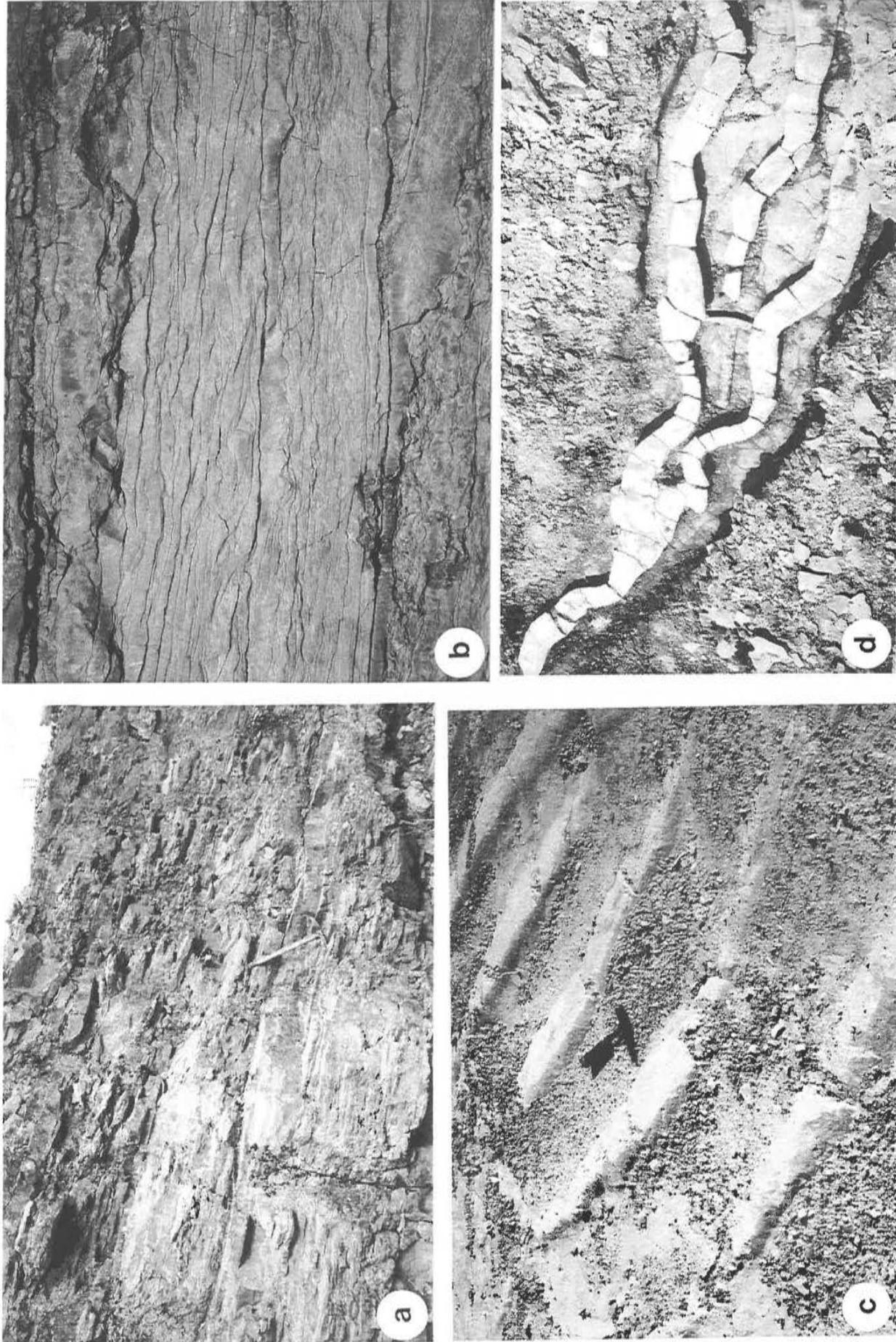


Fig. 87 - a et b - Exemple de litages obliques à faible inclinaison dans les bancs à micrites interprétés comme barres de méandre; c - mégarides d'oscillations dans les tempestites proximales; d - gouttières d'érosion méandriformes et dichotomiques situées dans des faciès de tempestites distales et à la base des bancs de micrite et interprétés comme petits chenaux d'érosion.

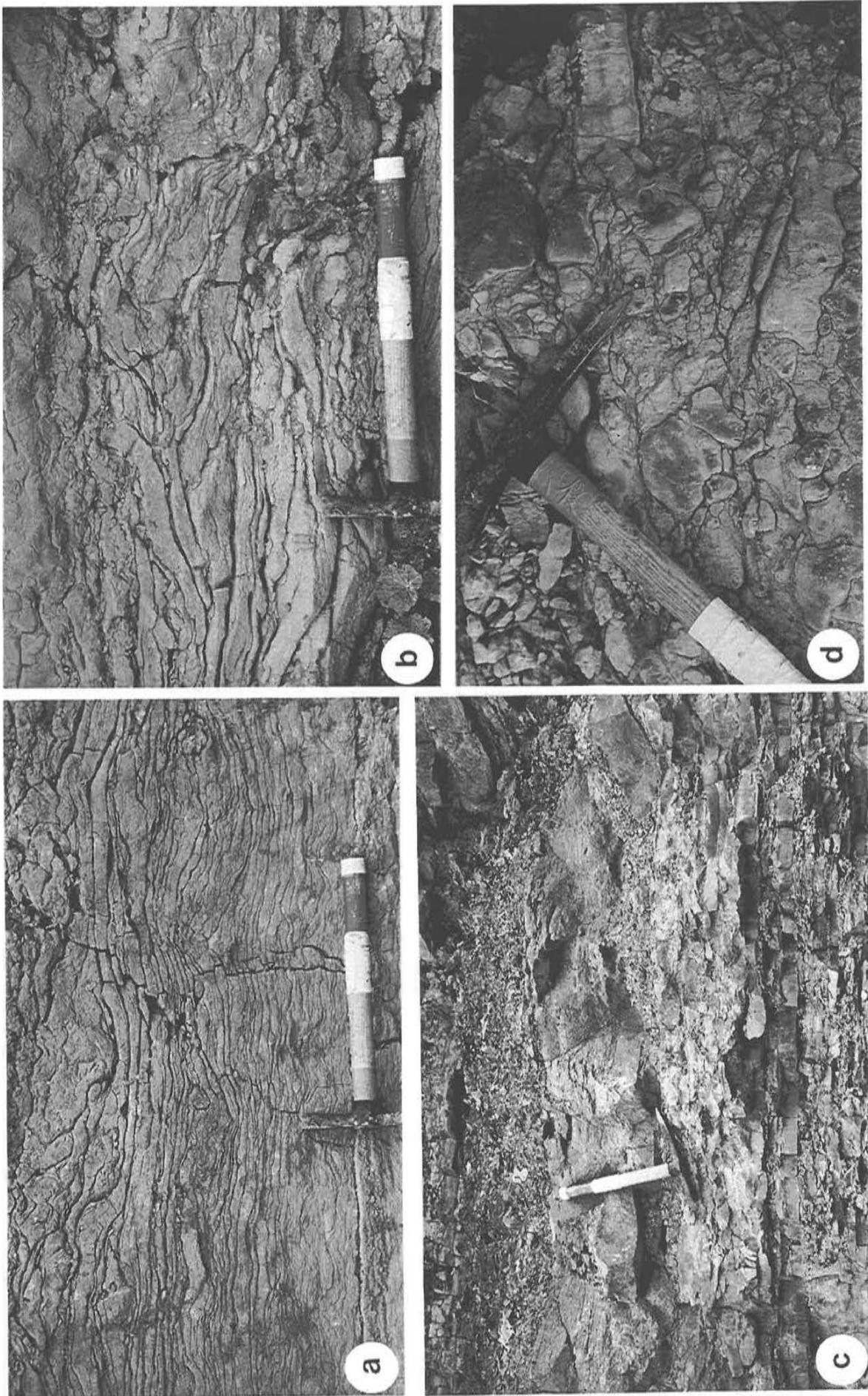


Fig. 88 - a et b - Déformations syn-sédimentaires dans les bancs micritiques conduisant parfois à la bréchification; c et d - conglomérats intraformationnels formés lors de grandes tempêtes, tsunamis ou marées. Remarquez l'imbrication des galets en tuiles de toit de la photo c.

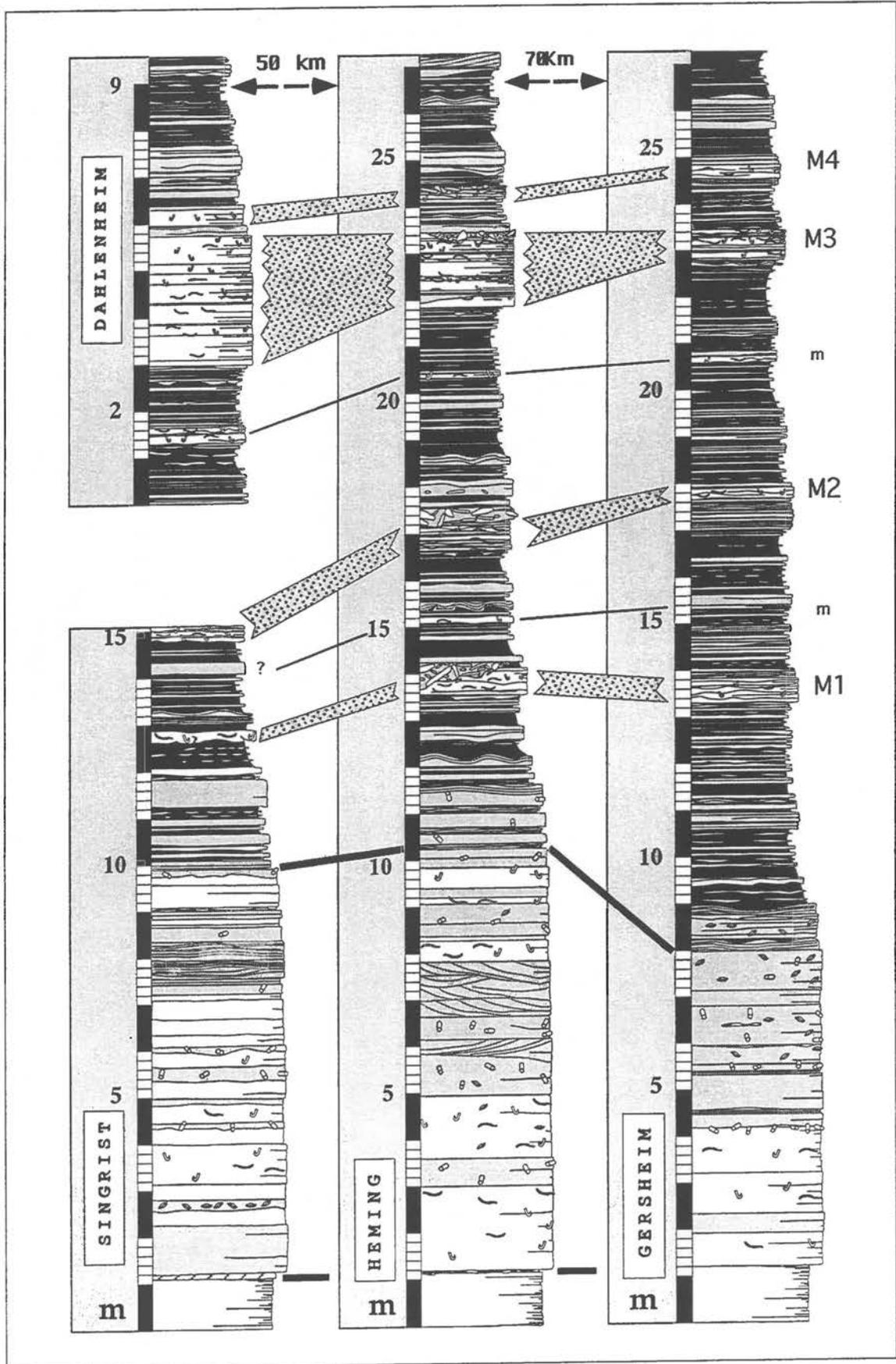


Fig. 89 - Comparaison des bancs micritiques repères entre les coupes de Singrist, Dahlenheim, Héming et Gersheim (Düringer *et al.* inédit).

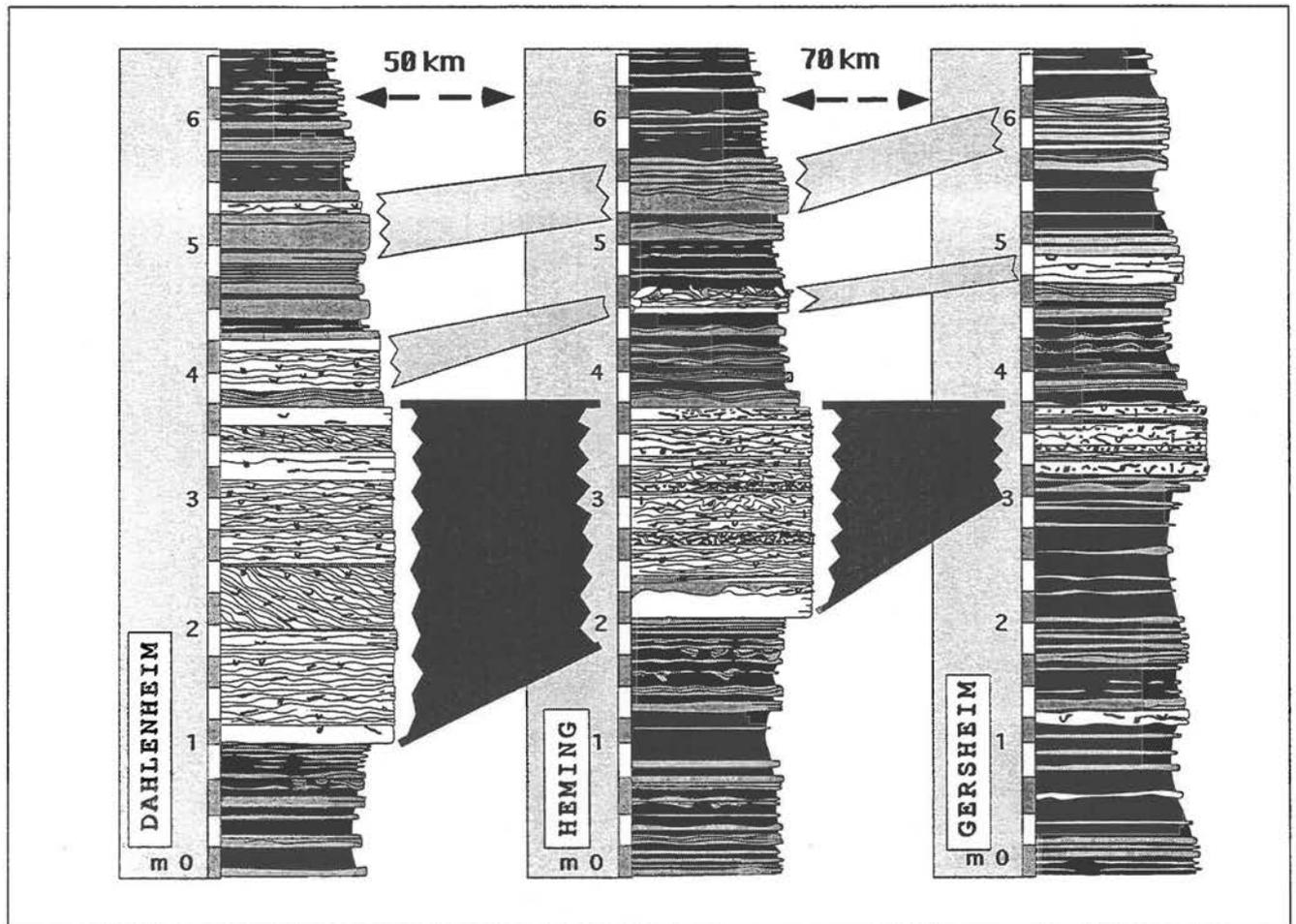


Fig. 90 - Comparaison de détail du banc micritique repère principal entre les coupes de Dahlenheim, Héming et Gersheim (Düringer *et al.* inédit).

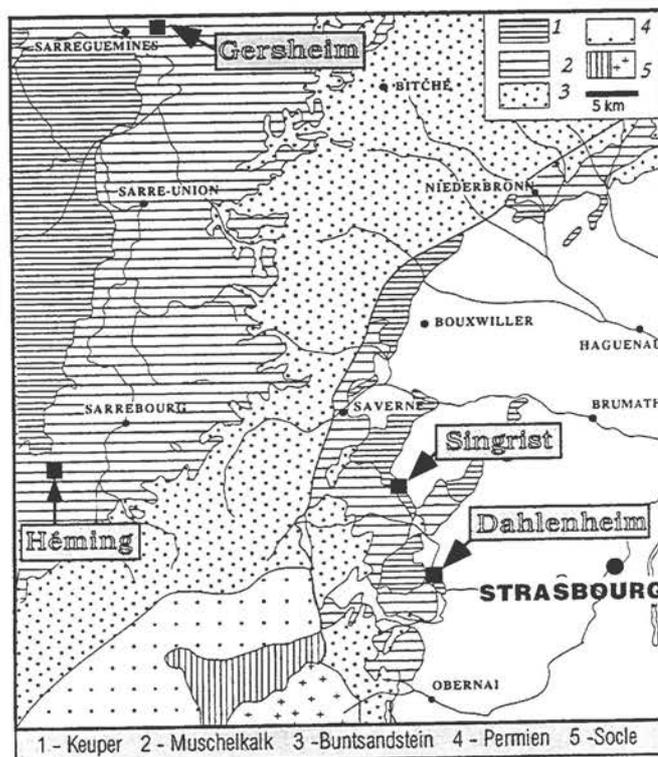


Fig. 91 - Carte géologique simplifiée de la région située entre Strasbourg et Sarrebourg avec les affleurements étudiés (Düringer *et al.* en préparation).

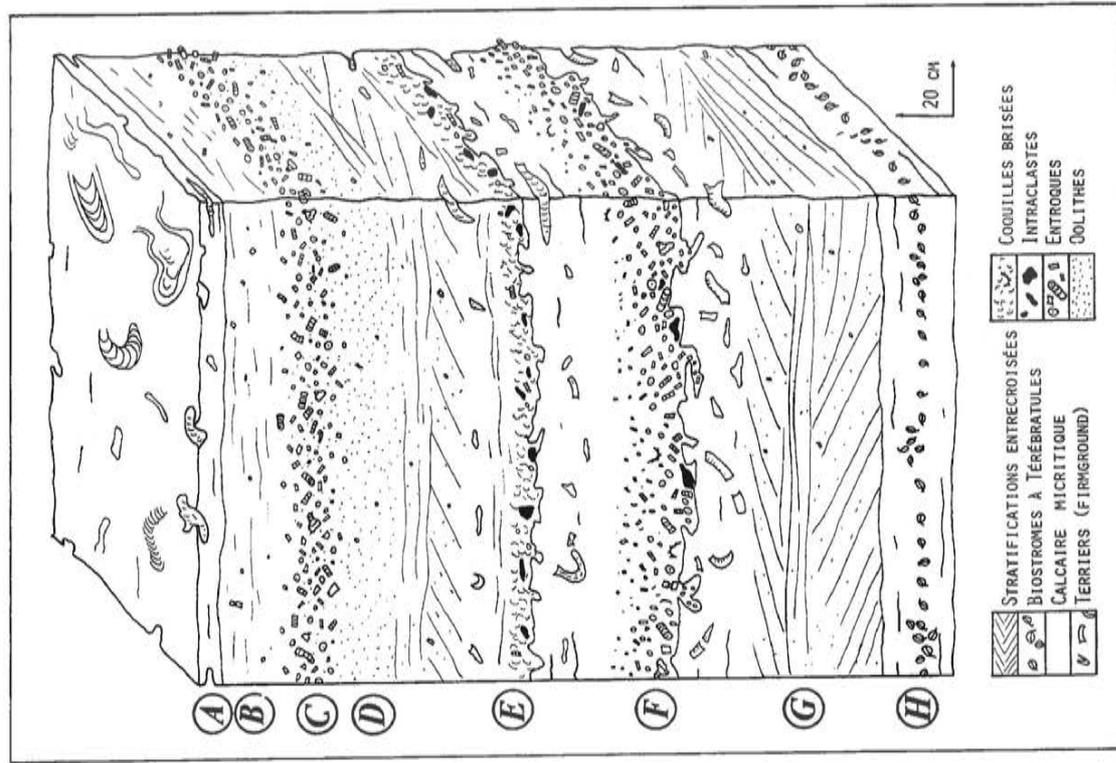


Fig. 92 - Les faciès du Calcaire à cératites (Düringer, 1982).

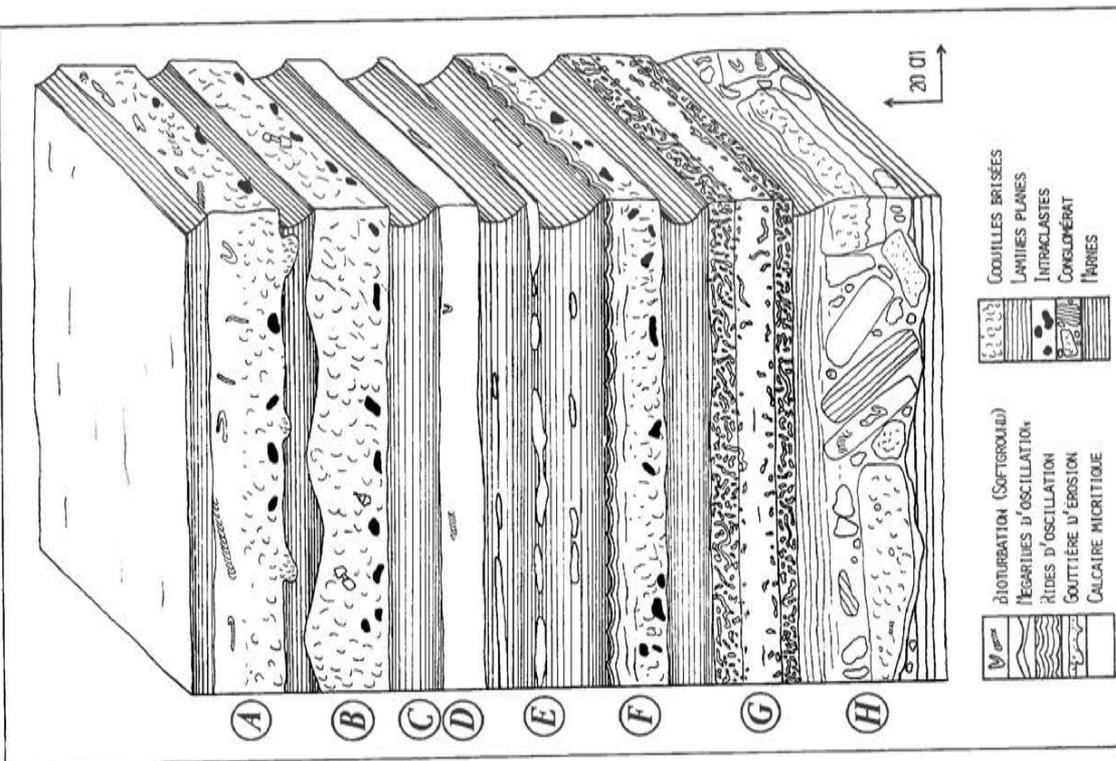


Fig. 93 - Les faciès du Calcaire à entroques (Düringer, 1982).

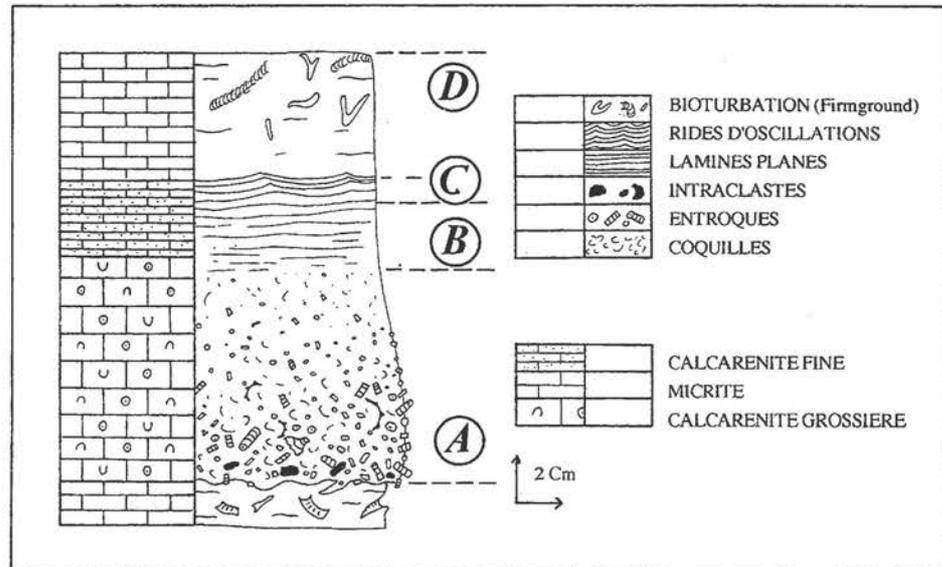


Fig. 94 - Séquence caractéristique du Calcaire à entroques (d'après Düringer, 1984)

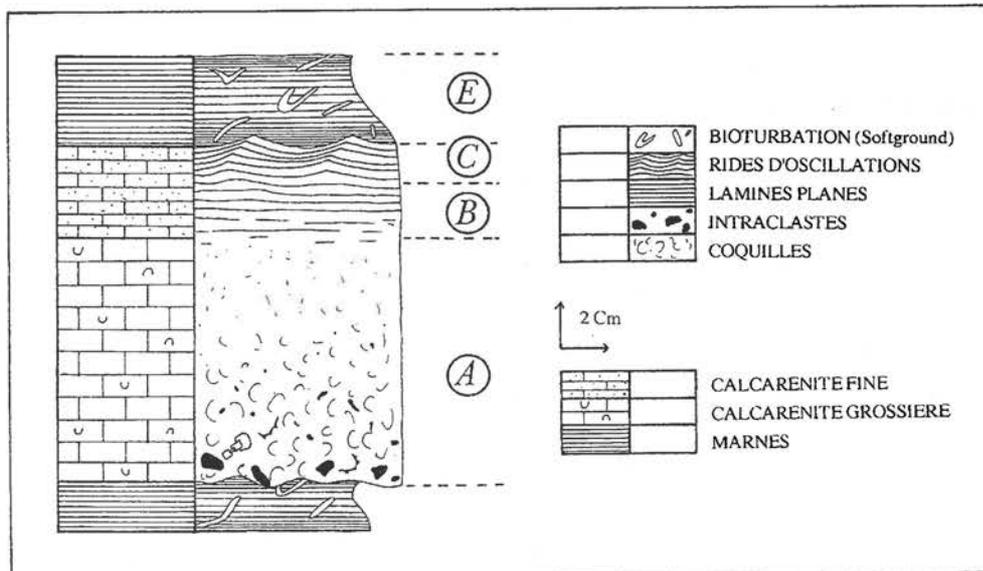


Fig. 95 - Séquence caractéristique du Calcaire à cératites (d'après Düringer, 1984)

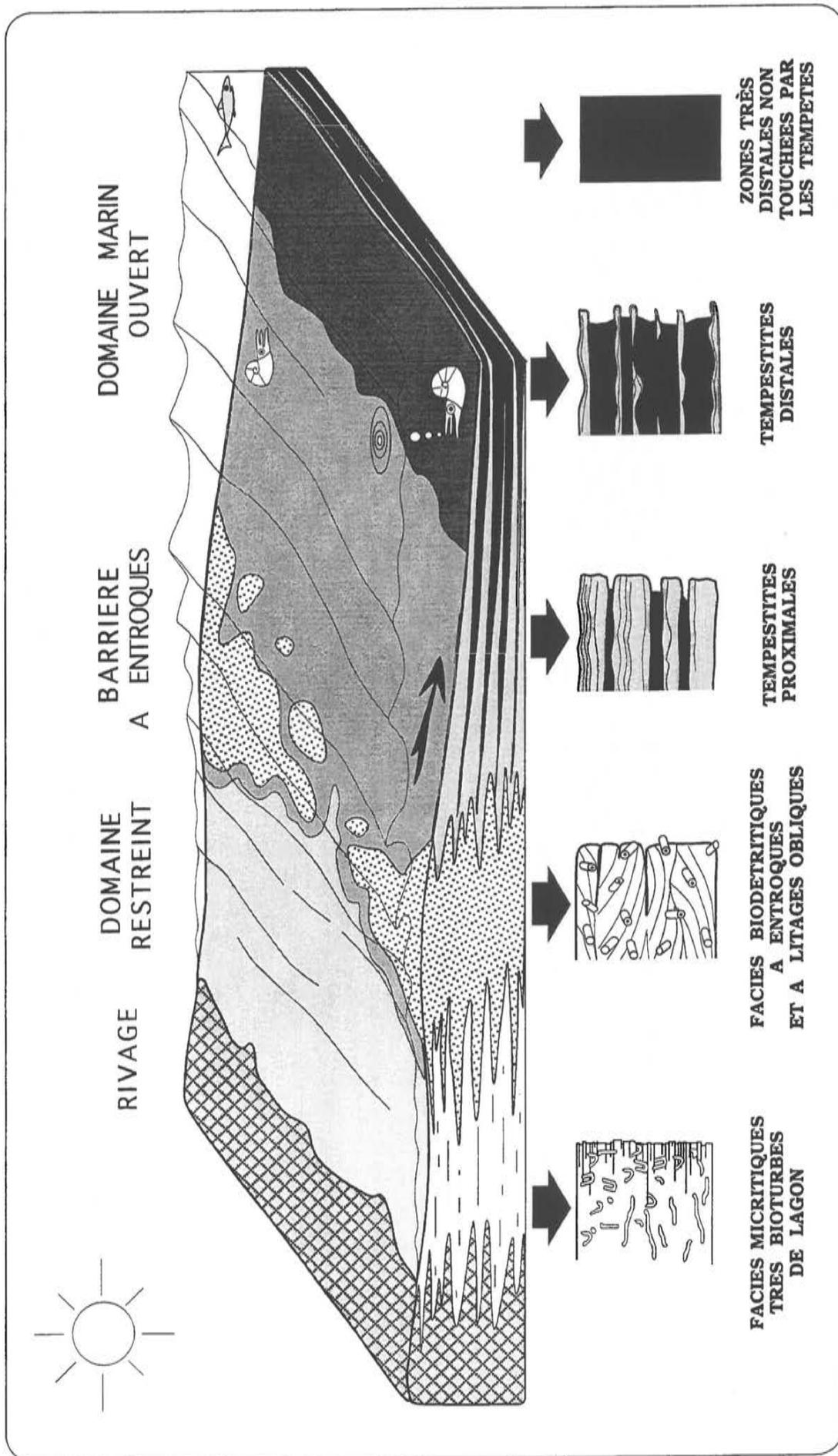


Fig. 96 - Modèle de dépôt du Muschelkalk supérieur de l'Est de la France. Une zone de barrière sub-récifale à entroques sépare un milieu protégé à sédimentation micritique d'une zone de bassin à tempestites (Düringer 1982).

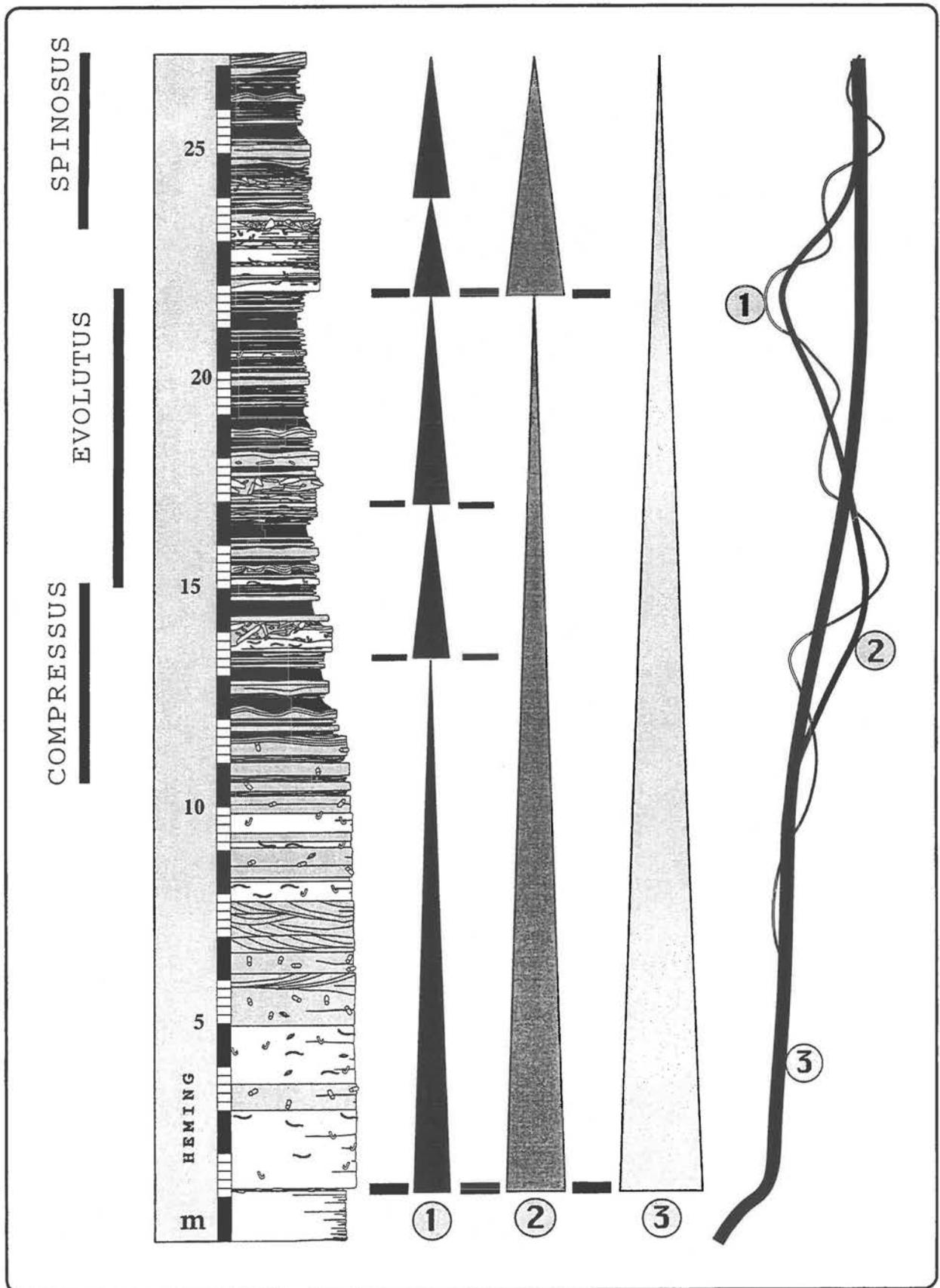


Fig. 97 - Partie inférieure de la coupe de Héming avec les séquences principales et secondaires ainsi que les variations possibles du niveau de la mer (Düringer *et al.* inédit).

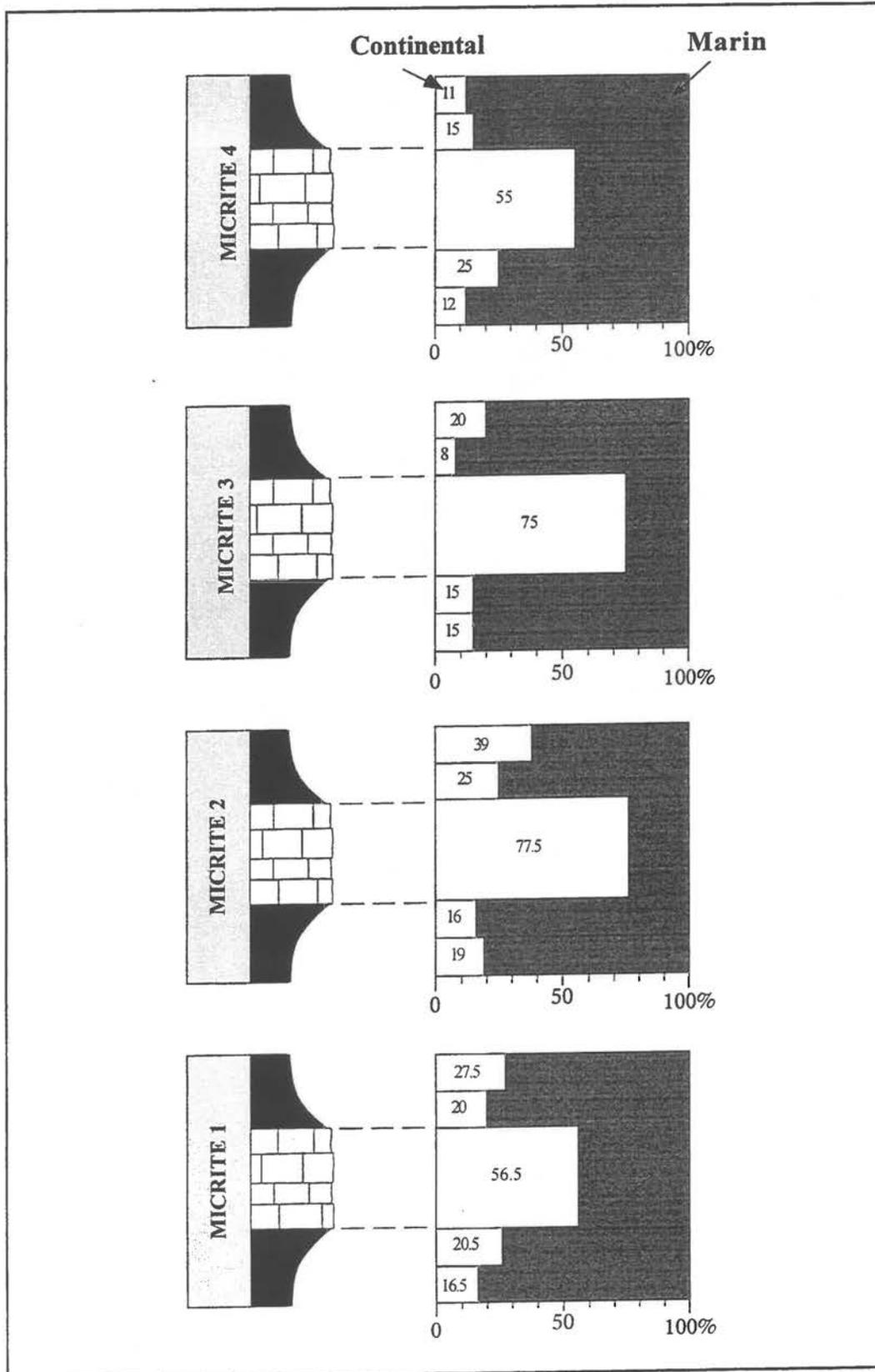


Fig. 98 - Palynologie du passage "tempestites-micrite-tempestites". La palynoflore des bancs de micrite montre clairement une influence continentale qui tranche avec la palynoflore franchement marine des tempestites (Düringer *et al.* inédit).

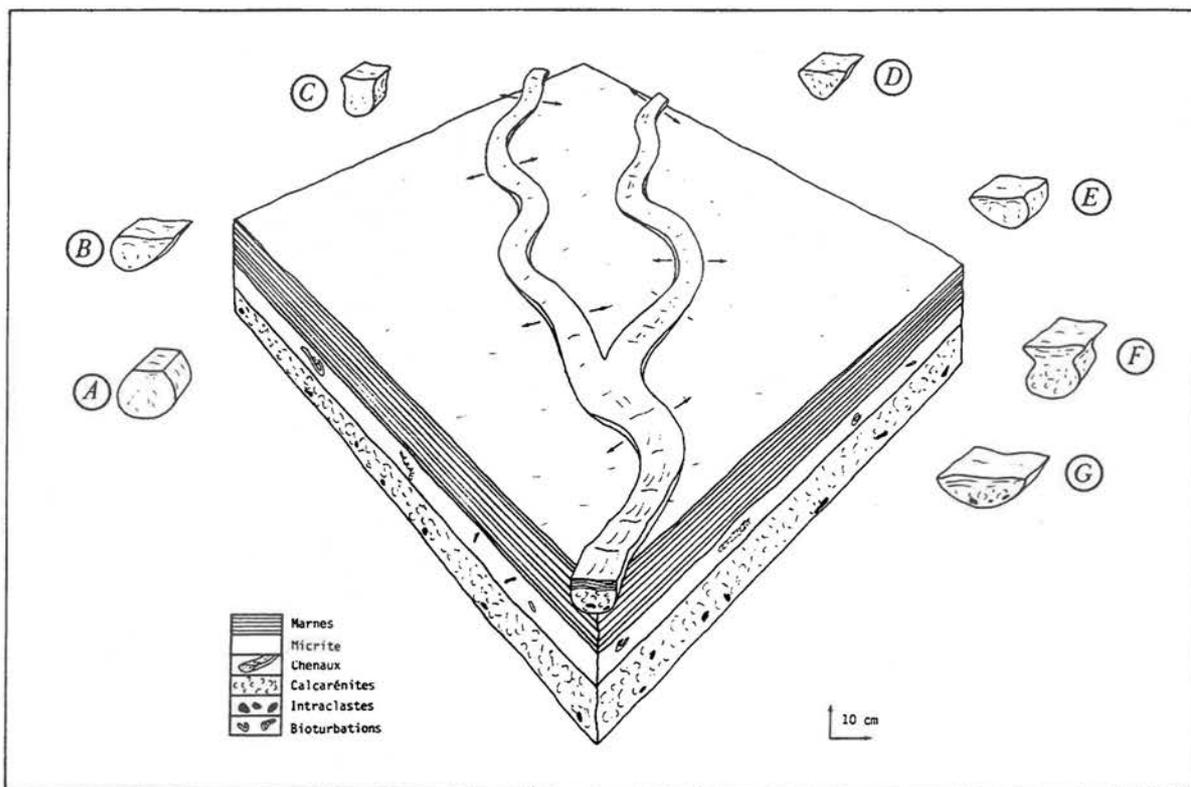


Fig. 99 - Chenaux d'émersion et structures vues en coupes (Düringer, 1982).

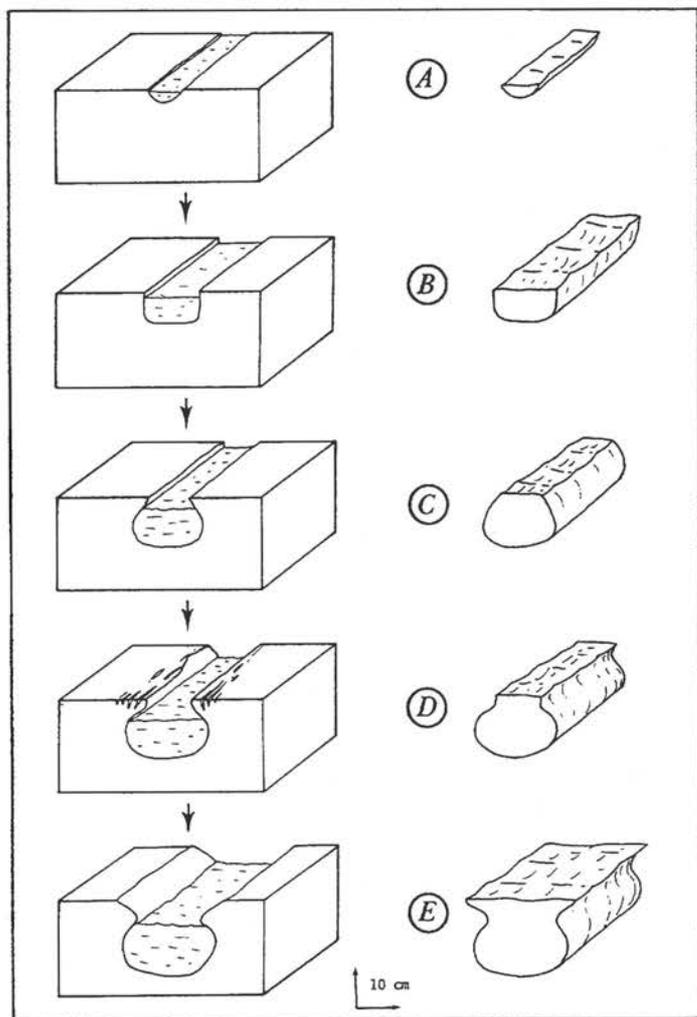


Fig. 100 - Genèse des formes caractéristiques en "pot" lors d'une émerision (Düringer, 1982)

ORIENTATIONS BIBLIOGRAPHIQUES

- AIGNER T. (1979). - Schill Tempestite im Oberen Muschelkalk (Trias SW Deutschland). - *N. Jb. Geol. Pal. Abh.*, Stuttgart, **157**, 3, 326-343.
- AIGNER T. (1985). - Storm depositional systems. - *Springer-Verlag*, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 174 p.
- AIGNER Th., Bachmann G.H. & HAGDORN H. (1990). - Zyklische Stratigraphie und Ablagerungsbedingungen von Hauptmuschelkalk, Lettenkeuper und Gipskeuper in Nordost Württemberg. Jahresber. - *Mitt. Oberrheinischen Geol. Ver.*, **72**, 125-143.
- AIGNER Th. & BACHMANN G.H. (1992). - Sequence-stratigraphic framework of the German Triassic. - *Sedimentary Geology*, **80**, 115-135.
- BACHMANN G.H. (1973). - Die karbonatischen Bestandteile des Oberen Muschelkalk (Mittlere Trias) in Südwest-Deutschland und ihre Diagenese. - *Arb. Inst. Geol. Paläont. Univ. Stuttgart*, **68**, 1-99.
- BUSSE E. (1970). - Ceratiten und Ceratiten Stratigraphie. - *Notizbl. hess. L. Amt. Bodenforsch.*, **98**, 112-145.
- COUREL L., DEMONFAUCON A. & MULLER A. (1984). - Organisation des dépôts carbonatés de plate-forme du Muschelkalk supérieur luxembourgeois. Influence du Haut-fond de Sierk-les-Bains. - *Publ., Serv. Géol. Luxembourg Bull.*, **12**, 3-24.
- DEMONFAUCON A. (1982). - Le Muschelkalk supérieur de la vallée de la Moselle (Grand Duché de Luxembourg). Stratigraphie, Organisation séquentielle. - Thèse de troisième cycle, Université de Dijon, 82 p.
- DÜNKEL H. & VATH U. (1990). - Ein vollständiges Profil des Muschelkalks (Mitteltrias) der Dransfelder Hochfläche, SW Göttingen (Süd-niedersachsen). - *Geol. Jb. Hessen*, **118**, 87-156.
- DURINGER Ph. (1982). - Les remplissages sédimentaires des coquilles de céphalopodes triasiques. Mécanismes et intérêts paléocéologiques. - *Géobios*, **15**, 2, 125-145.
- DURINGER P. (1982). - Sédimentologie et paléocéologie du Muschelkalk supérieur et de la Lettenkohle de l'Est de la France. Diachronie des faciès et reconstitution des paléoenvironnements. - Thèse 3^{ème} cycle, Université Louis Pasteur, Strasbourg 96 p.
- DURINGER P. (1984). - Tempêtes et tsunamis : des dépôts de vagues de haute énergie intermittente dans le Muschelkalk supérieur de l'Est de la France. - *Bull. Soc. Géol. France*, **7**, XXVI, n°6, 1177-1185.
- DURINGER Ph. (1985) - Stratégie adaptative de la croissance de *Placunopsis ostracina* SCHLOTHEIM, épizoaire du Muschelkalk supérieur (Trias germanique de l'Est de la France). *N. Jb. Geol. Paläont.*, Mh., H. **1**, 1-22.
- DURINGER Ph. et DOUBINGER J. (1985). - La palynologie : un outil de caractérisation des faciès marins et continentaux à la limite Muschelkalk supérieur Lettenkohle. - *Sci. Géol. Bull.*, **38**, 1, 19-34.
- DURINGER Ph. (1987). - Une mégaséquence d'émergence : la Lettenkohle (Trias, Est de la France). Mise en évidence de marées par l'imbrication bipolaire de plaques de dessiccation. - *Geologische Rundschau*, **76/2**, 579-597.
- DURINGER Ph. et HAGDORN H. (1987). - La zonation par cératites du Muschelkalk supérieur lorrain (Trias, Est de la France). Diachronisme des faciès et migration vers l'Ouest du dispositif sédimentaire. - *Bull. Soc. géol. France*, (8), III, **3**, 601-609.
- DURINGER Ph. (1998). - Tempêtes, transgressions, régressions : quelques mots clés du Muschelkalk supérieur (Trias germanique) de l'Est de la France. - *Bull. de l'Association Phil. d'Alsace et de Lorraine*, **33**, 85-102.
- DURINGER Ph. et VECSEI A. (1998). - Middle Triassic shallow-water limestones from the upper Muschelkalk of eastern France : the origin and depositional environment of some early Mesozoic fine-grained limestones. - *Sedimentary Geology* **121**, 57-70.
- FLÜGEL E. & HAGDORN H. (1993). - Dasycladaceen aus dem Oberen Muschelkalk (Mitteltrias) des Hohenloher Landes, Süddeutschland. - *Zitteliana*, **20**, 93-103.
- HAGDORN H. (1978). - Muschel/Krinoidenbioherme im Oberen Muschelkalk (mo 1, Anis) von Crailsheim und Schwäbisch Hall. - *N. Jb. Geol. Pal. Abh.*, Stuttgart, **156**, 31-86.
- HAGDORN H. & SIMON T. (1985). - Geologie und Landschaft des Hohenloher Landes. - Sigmaringen, *Thorbecke Verlag*, 186 p.
- HAGDORN H. (1991). - Muschelkalk: a field guide. - *Goldschneck Verlag*, Werner K. Weidert, 80 p.

- HAGDORN H., HORN M. & SIMON Th. (1993). - Vorschläge für eine lithostratigraphische Gliederung und Nomenclatur des Muschelkalks in Deutschland. In : Hagdorn H. & Seilacher A. (eds.) Muschelkalk. Schöntaler symposium 1991. Sonderbde. Ges. Naturk. Württemberg, Stuttgart - *Goldschneck Verlag*, 2 39-46.
- HAGDORN H. & SEILACHER A. (1993). - Muschelkalk. Schöntaler symposium 1991. - Sonderbde. Ges. Naturk. Württemberg, 2, Stuttgart. *Goldschneck Verlag*., 288 p.
- HAGDORN H. & SIMON T. (1993). - Ökostratigraphische Leitbänke im Oberen Muschelkalk. in : Hagdorn H. & Seilacher A. (eds.) Muschelkalk. Schöntaler symposium 1991. - Sonderbde. Ges. Naturk. Württemberg, Stuttgart, *Goldschneck Verlag*, 2 192-208.
- HAGDORN H., HORN M. & SIMON Th. (1998). - Muschelkalk. Epicontinental Triassic international symposium Halle, Excursions. Hallesches. - *Jahrb. Geowiss.*, B, Bh. 6, 35-44.
- HAGUENAUER B. (1961). - Contribution à l'étude du Muschelkalk supérieur lorrain dans la région de Blamont et de Héming. - DES, Fac. Sc., Lab. Géol., Nancy, 92 p.
- KLEIN (v) D. (1985). - Sedimentationszyklen im Oberen Hauptmuschelkalk (Tiras) von Südwestdeutschland. - *Arb. Inst. Geol. Paläont.* Univ. Stuttgart, NF 81, 115-154.
- KLEINSORGUE H. (1934) - Der Obere Muschelkalk am Nordrande der rheinischen Masse. - *Geol. Rundsch.*, Bd. 21, 50 p.
- MAUBEUGE P.L. (1952) - Quelques réflexions et observations stratigraphiques et paléogéographiques à propos du Trias lorrain. - *Extr. Bull. Soc. Belge Géol. Pal. Hydrogéol.*, LXII, 1.
- NGOC THANK K. (1977). - Contribution à l'étude des conodontes du Muschelkalk supérieur lorrain. - Thèse de troisième cycle, Université de Nancy, 81 p.
- RÖHL U. (1990). - Parallelisierung des norddeutschen oberen Muschelkalks mit dem süddeutschen Hauptmuschelkalk anhand von Sedimentationszyklen. - *Geologische Rundschau*. 79, 1, 13-26.
- ROSE K. H. (1986). - Ceratiten-Verbreitung im Oberen Muschelkalk des Weserberglandes am Beispiel der Profil von Daspe und Grossenberg. - *Der Aufschluss*, 37, 294-312.
- SCHNEIDER E. (1957) - Beiträge zur Kenntnis des Trochitenkalkes des Saarlandes und der angrenzenden Gebiete. - *Ann. Univ. Saraviens. Scientia*, VI, 185-257.
- STIER E.W. (1985). - Lithostratigraphische Leithorizonte im Oberen Hauptmuschelkalk (Trias) in Südwestdeutschland. - *Arb. Inst. Geol. Paläont.* Univ. Stuttgart, NF 81, 51-113.
- STOLLEY E. (1934). - Der stratigraphische Wert des Trochitenkalks für die Gliederung des deutschen oberen Muschelkalks. - *N. Jb. Miner. Geol. Paläont.*, Abh. B, 72, 351-366.
- TAN P. K. (1978). - Contribution à l'étude pétrographique et sédimentologique du Muschelkalk et de la Lettenkohle dans la région de Betting lès Saint Avold (Moselle). - Thèse troisième cycle, Université de Nancy, 83 p.
- URLICHS von M. & MUNDLOS R. (1980). - Revision der Ceratiten aus der *atavus* zone (Oberer Muschelkalk, Oberanis) von SW Deutschland. - *Stuttgarter Beitr. Naturk.*, B, 48, 1-42.
- URLICHS von M. & MUNDLOS R. (1987). - Revision der Gattung *Ceratites* DE HAAN 1825 (Ammonoidea, Mitteltrias). - *Stuttgarter Beitr. Naturk.*, B, 128, 1-36.
- URLICHS von M. & MUNDLOS R. (1990). - Zur Ceratiten-Stratigraphie im Oberen Muschelkalk (Mitteltrias) Nordwürttembergs. - *Jh. Ges. Naturkde Württemberg*, 145, 59-74.
- URLICHS von M. & VATH U. (1990). - Zur Ceratiten-Stratigraphie im oberen Muschelkalk (Mitteltrias) bei Göttingen (Süd-niedersachsen). - *Geol. Jb. Hessen*, 118, 127-147.
- URLICHS von M. (1993). - Zur gliederung des Oberen Muschelkalks in Baden-Württemberg mit Ceratiten. In : Hagdorn H. & Seilacher A. (eds.) Muschelkalk. Schöntaler symposium 1991. - *Sonderbde. Ges. Naturk. Württemberg*, Stuttgart (*Goldschneck Verlag*), 2 153-156.
- VECSEI A. & DURINGER Ph. (1998). - Problematic calciphères from the upper Muschelkalk (Middle Triassic) of eastern France as producers of calcisiltite and micrite in shallow-water limestones. - *Paläontologische Zeitschrift* 72, (1/2), 31-39.
- WEISS E. (1869). - Die Entwicklung des Muschelkalkes an der Saar, Mosel und im Luxemburgischen. - *Z. deutsch. Geol. Gesellsch.*, 21, 837-849.
- WENGER R. (1957). - Die germanischen Ceratiten. - *Paläontogr.*, A, 108, 57-129.
- WORSLEY D. & MORK A. (1998). - The epicontinental significance of the trace fossil *Rhizocorallium jenense* in the lower Triassic of western Spitsbergen. - Epicontinental Triassic international symposium Halle, abstracts, Hallesches Jahrb. Geowiss, B, 5, 189.

LISTE DES PUBLICATIONS A.S.F.
(ACTUELLEMENT DISPONIBLES)

- n° 3 - Sédimentation molassique et paléopédogénèse en Languedoc. 16-18 septembre 1987 - Livret-guide de l'excursion.
- n° 4 - Passages carbonates - silicates. 15-16 juin 1987 - Livre des résumés.
- n° 6 - Le Trias détritique de Provence du Dôme de Barrot et du Mercantour. Exemples de sédimentation continentale en contexte anorogénique. 15-17 juin 1988 - Livret-guide de l'excursion.
- n° 10 - 2^{ème} Congrès Français de Sédimentologie. - Paris, 1989 - Livre des résumés.
- n° 11 - Mesozoic eustacy record on Western Tethyan margins. Lyon, 1989 - Book of abstracts./Livre des résumés.
- n° 12 - Mesozoic eustacy record on Western Tethyan margins. Lyon, 1989 - Field-trip guide-book/Livret-guide de l'excursion.
- n° 13 - Diapirisme sur une marge en distention puis en décrochement. Exemple des Pyrénées occidentales françaises. 27-29 avril 1991 - Livret-guide de l'excursion et Table Ronde.
- n° 14 - Sédimentation, diagenèse et séquences de dépôt dans les séries carbonatées de plateforme d'âge Bathonien à Oxfordien en Bourgogne. 27-29 juin 1991 - Livret-guide de l'excursion.
- n° 16 - 3^{ème} Congrès Français de Sédimentologie - Brest, 1991 - Livre des excursions.
- n° 17 - Architecture et faciès d'un prisme deltaïque de bas niveau marin : les grès de Roda (Bassin Eocène sud pyrénéen). 25-26-27 septembre 1992 - Livret-guide de l'excursion.
- n° 19 - 4^{ème} Congrès Français de Sédimentologie - Lille, 1993 - Livre des résumés.
- n° 20 - 4^{ème} Congrès Français de Sédimentologie - Lille, 1993 - Livre des excursions.
- n° 21 - Géométries et Productivité des Plates-formes carbonatées - Séance Spécialisée A.S.F.-S.G.F. - 8 décembre 1994 - Livre des résumés.
- n° 22 - 16th Regional Meeting of Sedimentology - 5^{ème} Congrès Français de Sédimentologie. 24-26 avril 1995 - Abstract book/Livre des résumés.
- n° 23 - 16th Regional Meeting of Sedimentology - 5^{ème} Congrès Français de Sédimentologie. 24-26 avril 1995 - Field-trip guide-book/Livre des excursions.
- n° 24 - Modélisation d'un système de piémont : des reliefs pyrénéens aux bassins molassiques gascons du Miocène au Quaternaire. 19-21 septembre 1996 - Livret-guide de l'excursion.
- n° 26 - Microbial mediation in carbonate diagenesis. International workshop (I.A.S.-A.S.F.-I.G.C.P. 380) - Chichilianne, 22-24 september 1997 - Abstract book.
- n° 27 - 6^{ème} Congrès Français de Sédimentologie. - Montpellier, 17-19 novembre 1997 - Livre des résumés.
- n° 28 - 6^{ème} Congrès Français de Sédimentologie. - Montpellier, 17-19 novembre 1997 - Livre des excursions.
- n° 29 - Danube Delta : geology, sedimentology, evolution
28 september - 2 october 1998 - Field trip guide-book.
- n° 30 - Argiles : sédimentologie, diagenèse, environnement. Séance Spécialisée A.S.F.-S.G.F. - Lille, 20-21 novembre 1998 - Livre des résumés.

- n° 31 - Mauritanian microbial buildups : Meso-Neoproterozoic stromatolites and their environment. 29 november - 4 december 1998 - Field trip guide-book.
- n° 32 - Paleooceanology of reefs and carbonate platforms : Miocene to Modern. - Aix-en-Provence, 27-30 septembre 1999 - Abstract book.
- n° 33 - 7^{ème} Congrès Français de Sédimentologie. - Nancy, 15-17 novembre 1999 - Livre des résumés.
- n° 34 - 7^{ème} Congrès Français de Sédimentologie. - Nancy, 15-17 novembre 1999 - Livre des excursions.

Pour tout renseignement s'adresser à :
Association des Sédimentologistes Français
Maison de la Géologie, 77 rue Claude Bernard, 75005 Paris

Ce document a été imprimé par
PHOTOLABO HÄSSLER
4 rue Dancourt, F-77300 Fontainebleau

Dépôt légal : 4^{ème} trimestre 1999

7^{ème} Congrès Français de Sédimentologie

RIFT RHÉNAN OLIGOCÈNE D'ALSACE

- Sédimentologie et dynamique des cônes détritiques de bordure de plan d'eau (fan-deltas) d'un rift intracratonique cénozoïque depuis les faciès conglomératiques des bordures faillées aux faciès gréseux et grésos-marneux fluviaux, palustres puis lacustres du fossé (marnes et calcaires varvés).

- Sédimentologie des bioconstructions stromatolithiques depuis les fan-deltas proximaux aux faciès lacustres.

PLATE-FORME CARBONATÉE À TEMPESTITES DU MUSCHELKALK SUPÉRIEUR (ALSACE-LORRAINE)

- Sédimentologie, paléoécologie et dynamique sédimentaire des faciès de lagon, de barrière récifale à entroques et des faciès de bassin à tempestites.

- Analyse séquentielle, modèles de dépôt et biostratigraphie des Calcaires à entroques et des Calcaires à cératites.

ISSN 0990-3925
ISBN 2-907205-33-1