

LA MÉGASÉQUENCE D'OUVERTURE DU LIAS QUERCYNOIS (BORDURE SUD-OUEST DU MASSIF CENTRAL FRANÇAIS)

THE OPENING MEGASEQUENCE OF THE LIAS IN THE QUERCY REGION (SOUTHWESTERN EDGE OF THE FRENCH MASSIF CENTRAL)

René CUBAYNES, Claire BOUTET, Jean DELFAUD et Philippe FAURÉ

CUBAYNES, R., BOUTET, C., DELFAUD, J. & FAURÉ, Ph. (1984). — La mégaséquence d'ouverture du Lias quercynois (Bordure sud-ouest du Massif Central français). [The opening Megasequence of the Lias in the Quercy Region (southwestern edge of the French Massif Central)]. — *Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine*, **8**, 2, 333-370, 18 fig., 5 pl.; Pau, November 30, 1984. — ISSN 0396-2687. CODEN . BCREDP.

The opening megasequence of the Quercy Lias shows the advance of the seas onto eastern Aquitaine. A comparison between the sedimentological dates, the sequential analysis and the palynological associations allows us to suggest an evolution pattern in sedimentary landscapes and their climatic context. Through this work, the result of a detailed biostratigraphical analysis, it has been possible to define four sequences (from L1 to L4). After a fluvatile deposition, from the Upper Trias to Lower Hettangian, sequential sedimentation (sequences L1 and L2) corresponds to a jerk subsidence related to distensive tectonics.

Since the Lotharingian, the end of the period of confined sedimentation is marked by the acceleration of the eustatic transgression with the passage from proximal to distal platform which takes place on a passive margin affected by the low activity of extension faults.

René Cubaynes, Laboratoire de Géologie Méditerranéenne, Université Paul-Sabatier, 38, rue des 36 Ponts, F-31400 Toulouse; Claire Boutet, SNEA (P), Boussens, F-31360 Saint-Martory; Jean Delfaud, Géodynamique des Bassins Sédimentaires, Université de Pau et des Pays de l'Adour, avenue Sallenave, F-64018 Pau; Philippe Fauré, Laboratoire de Géologie sédimentaire et Paléontologie, 39, allées Jules-Guesde, F-31062 Toulouse.

Key words : Megacyclothems, Lower Jurassic, Biostratigraphy, Carbonate platforms, Continental margin sedimentation, Quercy (Massif Gersigne), France.

RÉSUMÉ

La mégaséquence d'ouverture du Lias quercynois correspond à l'avancée des mers sur le bâti d'Aquitaine orientale. Une comparaison entre les données sédimentologiques, l'analyse séquentielle et les associations palynoplancologiques permet de proposer un modèle d'évolution des paysages sédimentaires et de leur contexte climatique. Cette étude, réalisée à partir d'un

cadre biostratigraphique très précis, basé sur les Ammonites, permet de reconnaître quatre séquences L1 à L4. Après un épisode d'épandage fluvatile, d'âge Trias supérieur à Hettangien inférieur, s'installe une sédimentation séquentielle de comblement (séquence L1 et L2) liée à une tectonique en distension. L'accélération de la transgression eustatique, à partir du Lotharingien, marque la fin d'une période de confinement avec le passage de la plate-forme proximale à une plate-forme distale qui

se développe sur une marge stable affectée par un jeu discret des failles d'extension.

Mots-clefs : Mégacycle sédimentaire, Jurassique inf., Biostratigraphie, Plate-forme carbonatée, Sédimentation marge continentale, Quercy (Massif Grésigne).

TABLE DES MATIÈRES — CONTENTS

1 — INTRODUCTION	334	<i>marls and limestones from Penne</i>	360
2. — SÉQUENCE TRANSGRESSIVE L1 (Trias-Hettangien inférieur) — <i>TRANSGRESSIVE MEGASEQUENCE L1 (from the Trias to Lower Hettangian)</i>	336	5.2.1. Les « Schistes cartons » — <i>Paper schists</i>	360
2.1. La Formation des Grès de la Madeleine — <i>La Madeleine Sandstone Formation</i>	336	5.2.2. Les Marnes et Calcaires à <i>Hildoceras</i> — <i>Hildoceras-bearing marls and limestones</i>	361
2.2. Les Dolomies du Maillet — <i>Maillet dolomites</i>	336	5.2.3. Les Marnes noires à <i>Pseudogrammoceras</i> — <i>Pseudogrammoceras bearing dark marls</i>	365
2.2.1. Les Dolomies en dalles — <i>Slab dolomites</i>	336	5.3. Les Marnes et Calcaires à Dumortieri- nés de Lexos — <i>Dumortierinae-bearing Marls and Limestones from Lexos</i>	365
2.2.2. Les Dolomies et Argiles vertes — <i>Dolomites and green claystones</i>	339	6. — CONCLUSIONS	368
3. — SÉQUENCE TRANSGRESSIVE L2 (Hettangien-Lotharingien) — <i>TRANSGRESSIVE MEGASEQUENCE L2 (Hettangian to Lotharingian)</i>	340	7 — RÉFÉRENCES	369
3.1. Formation de Camboulit-Capdenac — <i>The Camboulit-Capdenac Formation</i>	341		
3.2. Les Calcaires à microrhythmes de Planioles — <i>The Planioles microrhythmic limestones</i>	342		
3.3. Les Calcaires oolithiques de Cavagnac — <i>The Cavagnac oolitic limestones</i>	342		
4. — SÉQUENCE RÉGRESSIVE L3 (CARIXIEN-DOMÉRIEN) — <i>REGRESSIVE MEGASEQUENCE L3 (PLIENSBACHIAN)</i>	344		
4.1. Le cadre biostratigraphique — <i>Biostratigraphical analysis</i>	344		
4.2. Les Calcaires de Brian-de-Vère — <i>Brian-de-Vère limestones</i>	354		
4.2.1. Les Calcaires marneux à <i>Platypleuroceras</i> — <i>Platypleuroceras marly limestones</i>	354		
4.2.2. Les Calcaires à chailles — <i>Cherty Limestones</i>	355		
4.2.3. Les « Calcaires en rangs de pavés » — <i>Limestones « en rangs de pavés »</i>	355		
4.3. Les Marnes à Amalthées de Valeyres — <i>Amaltheus-bearing marls from Valeyres</i>	355		
4.4. La « Barre à <i>Pecten</i> » — <i>The « Barre à Pecten »</i>	359		
5. — SÉQUENCE DE COMPLEMENT L4 (TOARCIE À DOGGER) — <i>REGRESSIVE MEGASEQUENCE L4 (TOARCIE TO DOGGER)</i>	359		
5.1. Le cadre biostratigraphique — <i>Biostratigraphical framework</i>	359		
5.2. Les Marnes et Calcaires à Hildocerati- nés de Penne — <i>Hildoceratinae-bearing</i>			

1 — INTRODUCTION

Le Bassin d'Aquitaine, bassin côtier atlantique, renferme une série jurassique complète qui dessine un cycle sédimentaire. Le Lias constitue la moitié transgressive de ce cycle. Il obéit à deux géographies successives : du Rhétien au Sinémurien, une cuvette subsidente centrée sur la zone sud-aquitaine, du Carixien au Toarcien un bassin ouvert vers l'ouest.

Nous allons décrire une série complète observée dans le Massif de la Grésigne. Ce massif est situé à la limite orientale du Bassin d'Aquitaine, aux confins du Quercy, du Rouergue et de l'Albigeois, à 50 km de Toulouse et de Cahors (Fig. 1 a et 1 b).

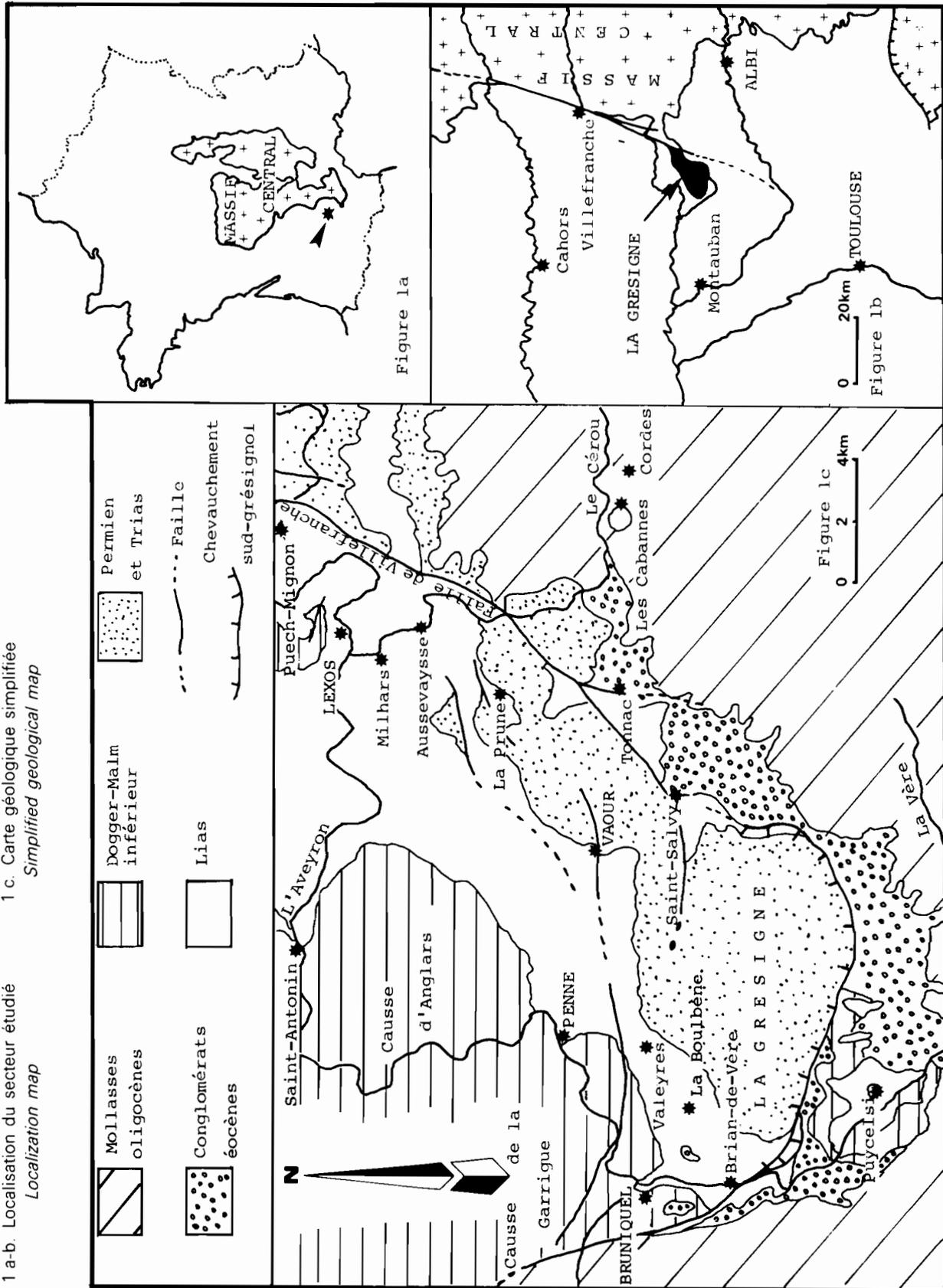
L'anticlinal, à cœur permo-triasique, orienté WSW-ENE, s'allonge sur une vingtaine de kilomètres entre la basse vallée de la Vère (Bruniquel) et la moyenne vallée de l'Aveyron (Lexos). Il présente une enveloppe liasique bien développée (plus de 350 mètres d'épaisseur) qui affleure au-dessus des assises permo-triasiques (Fig. 1 c).

Cette succession est représentative de toute l'Aquitaine orientale. Elle correspond à une sédimentation en bordure du socle, le long de la faille de Villefranche.

Verticalement, ce Lias constitue une mégaséquence d'ouverture (BOUROLLEC, DELFAUD & DELOFFRE, 1979) déterminée par une remontée eustatique considérable (VAIL *et al.*, 1977; HALLAM, 1981) sur l'Aquitaine orientale et la bordure sud-ouest du Massif Central. L'histoire de cette transgression marine peut se scinder en deux grandes périodes bien distinctes (Fig. 2) :

— une sédimentation de plate-forme proximale (« Lias inférieur calcaire »), la mégaséquence d'ouverture débute par une puissante sédimentation

FIGURE 1
 1 a-b. Localisation du secteur étudié
Localization map
 1 c. Carte géologique simplifiée
Simplified geological map



calcaréo-dolomitique (150 mètres d'épaisseur) qui correspond à deux séquences transgressives L1 (Hettangien) et L2 (Hettangien-Sinemurien-Lotharingien);

— une sédimentation de plate-forme distale (« Lias moyen » et « Lias supérieur marneux »); la transgression eustatique atteint son maximum et favorise l'épandage d'épaisses formations terrigènes. Les séquences L3 et L4, dont la succession d'ensemble est de type klüpfélien, sont plus complexes. Des phases d'approfondissement, suivies de phases de remblaiement, leur confèrent une allure cyclique, le maximum de la transgression se situant au milieu de chacune de ces séquences. La séquence L4 (Toarcien) se poursuit durant le Dogger (PELISSIE, 1982) et assure le retour à une plate-forme carbonatée (Plate-Forme Occitane, DELFAUD, 1973).

Au total, la mégaséquence liasique, qui est de 4^e ordre (ordre des phénomènes epirogéniques généraux, ici le rifting des marges de l'Atlantique central), se décompose en quatre séquences de 3^e ordre notées L1 à L4, essentiellement régies par l'eustatisme. Ces séquences se combinent avec des phénomènes d'accrétion sédimentaire et/ou de progradation, qui se développent au 2^e ordre.

Les premières connaissances géologiques sur le massif de Grésigne sont principalement dues à MAGNAN (1869); PERON (1873), FOURNIER (1899) et THEVENIN (1903).

GÉZE & DURAND-DELGA (1943) puis GEZE, DURAND-DELGA & CAVAILLÉ (1947) complètent ou modifient sensiblement les esquisses antérieures. En particulier, ils mettent en évidence l'existence de cycles sédimentaires et d'épisodes tectoniques d'âge secondaire dans les causses méridionaux du Quercy. FABRE (1971) reprend et développe les études antérieures dans sa thèse de spécialité.

A partir du travail de terrain et de l'analyse sédimentologique réalisés par CUBAYNES (Doctorat d'Etat en cours), l'étude séquentielle a été menée par CUBAYNES & DELFAUD (1984); ce travail est venu s'inscrire dans le cadre biostratigraphique dressé par FAURE (1981, 1983). A partir des coupes ainsi levées et bien datées par d'abondantes faunes d'Ammonites, BOUTET (1981) a étudié les associations palynologiques et défini les ambiances climatiques.

2. — SÉQUENCE TRANSGRESSIVE L1 (TRIAS-HÉTTANGIEN INFÉRIEUR)

La première séquence de plate-forme proximale montre l'évolution de dépôts continentaux vers des dépôts marins, infralittoraux à supralittoraux. Elle englobe deux formations (Fig. 1 c).

- la Formation des Grès de la Madeleine;
- la Formation des Dolomies du Maillet.

2.1. LA FORMATION DES GRÈS DE LA MADELEINE (MEGELINK-ASSENAT, 1983)

Les grès, hétérométriques, à éléments quartzofeldspathiques dans un ciment argileux, s'organisent en séquences d'inondation fluviales. Chaque séquence correspond à un chenal d'épaisseur métrique et d'extension latérale décamétrique.

A leur base, ces grès débutent par des lits argileux datés du Carnien-Norien (BOUTET, 1980) par des microfiores continentales associées à du matériel humique : *Camerospirites secatus* LESCHIK, *Duplicisporites verrucosus* (LESCHIK) SCHEURING, *D. granulatus* (LESCHIK) SCHEURING, *Enzonalaspores tenuis* LESCHIK, *Paracirculina tenebrosa* SCHEURING, *P. maljawkinae* SCHEURING, *P. scurris* SCHEURING, et *Ovalipollis ovalis* (KRUTZSCH) SCHEURING.

L'abondance des circumpollens traduit un climat chaud et sec. Ils occupaient, avec des Ptéridophytes, les zones basses tandis que les Coniférales, plus rares, colonisaient des zones relativement plus élevées et donc plus humides.

Dans la région de Figeac-Capdenac, LESAGE (1969) puis GRIGNAC & TAUGOURDEAU-LANTZ (1982) ont mis en évidence, au toit des Grès de la Madeleine, des microfiores continentales à *Clasapollis* typiquement hettangiennes. En Grésigne, comme c'est le cas plus au nord, l'Hettangien débute probablement par des dépôts continentaux fluviaux ou fluvio-lagunaires.

2.2. LES DOLOMIES DU MAILLET (Fig. 2)

La Formation des Dolomies du Maillet (MEGELINK-ASSENAT, 1983), comprend deux membres : les Dolomies en dalles (25 mètres) et les Dolomies et Argiles vertes (15 mètres).

2.2.1. Les Dolomies en dalles

Elles sont disposées en bancs centimétriques à décimétriques avec de rares passées marno-

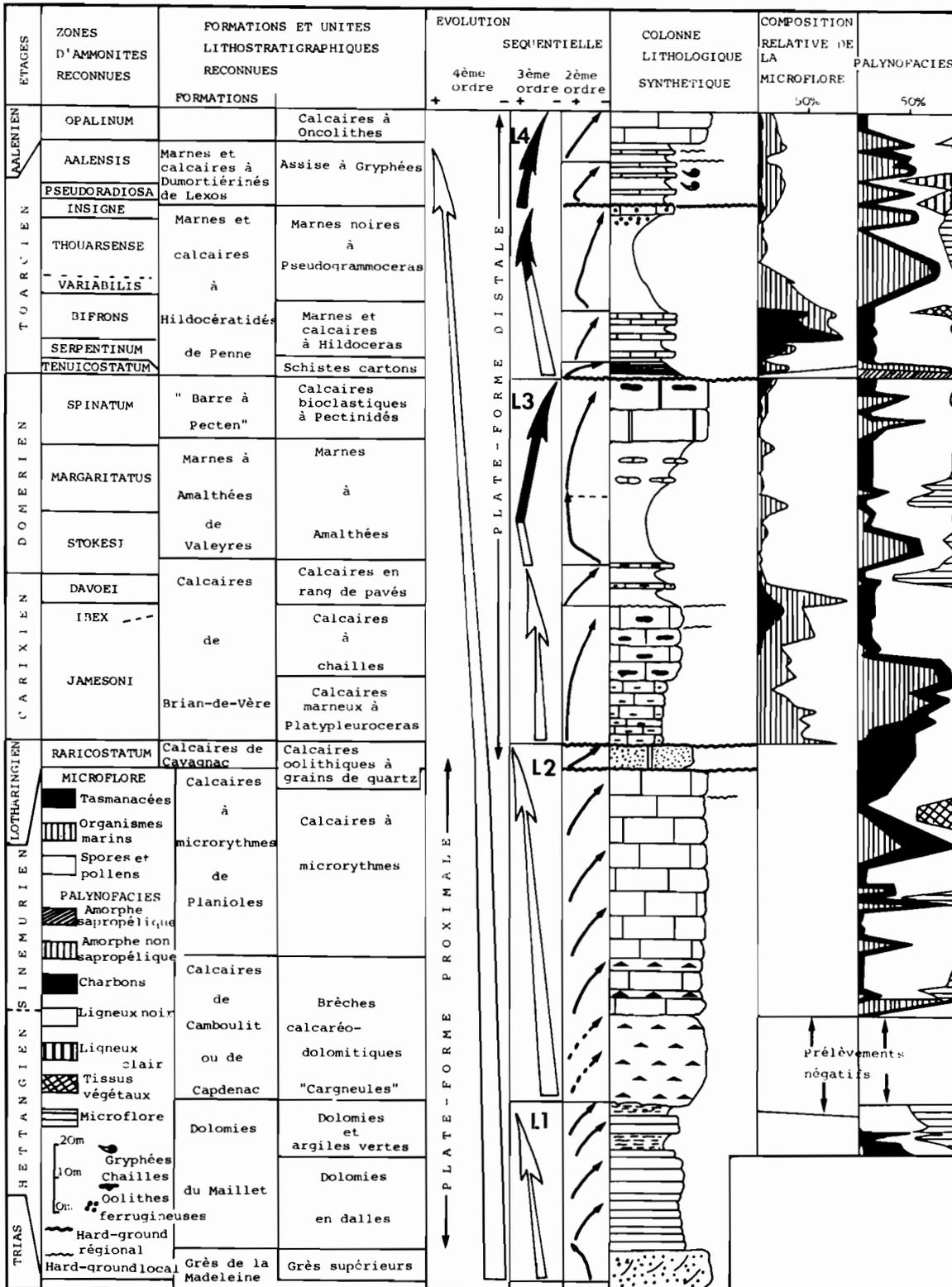


FIGURE 2

Tableau synoptique de la mégaséquence d'ouverture du Lias quercynois (Lias de Grésigne)
Lithological section and sequential analysis of the Lias in the Quercy region (Grésigne Lias)

dolomitiques finement laminées. En Grésigne, 1,50 à 1,80 m d'argiles versicolores s'intercalent parfois entre les « Grès supérieurs » et les dolomies.

L'organisation séquentielle des dolomies repose sur la succession de séquences tidalitiques. Nous avons pu reconnaître quatre types de séquences élémentaires d'échelle métrique (type I à IV), ordonnés du domaine marin au domaine le plus continental. Le schéma général (Fig. 3) permet de les replacer dans un modèle d'estran tidal très vaste, sans structuration particulière. Toutes ces séquences sont de type « régressif »

Elles correspondent au comblement de motifs mineurs (chenaux, cuvettes, etc.).

Séquence de type I (Fig. 4)

Le terme 1, à larges stratifications entrecroisées, s'est formé en domaine infralittoral dans un chenal. Le terme 2 présente tous les caractères de lamines mécaniques (troncatures des lamines, faible pente des feuilletés, etc.) et présente des thanatocénoses à *Cuneigervillia* aff. *hagenowi* (DUNKER), *Cuneigervillia?* sp. et *Eomiodon* aff. *menkei* (DUNKER). Ces biofaciès à *Eomiodon* indi-

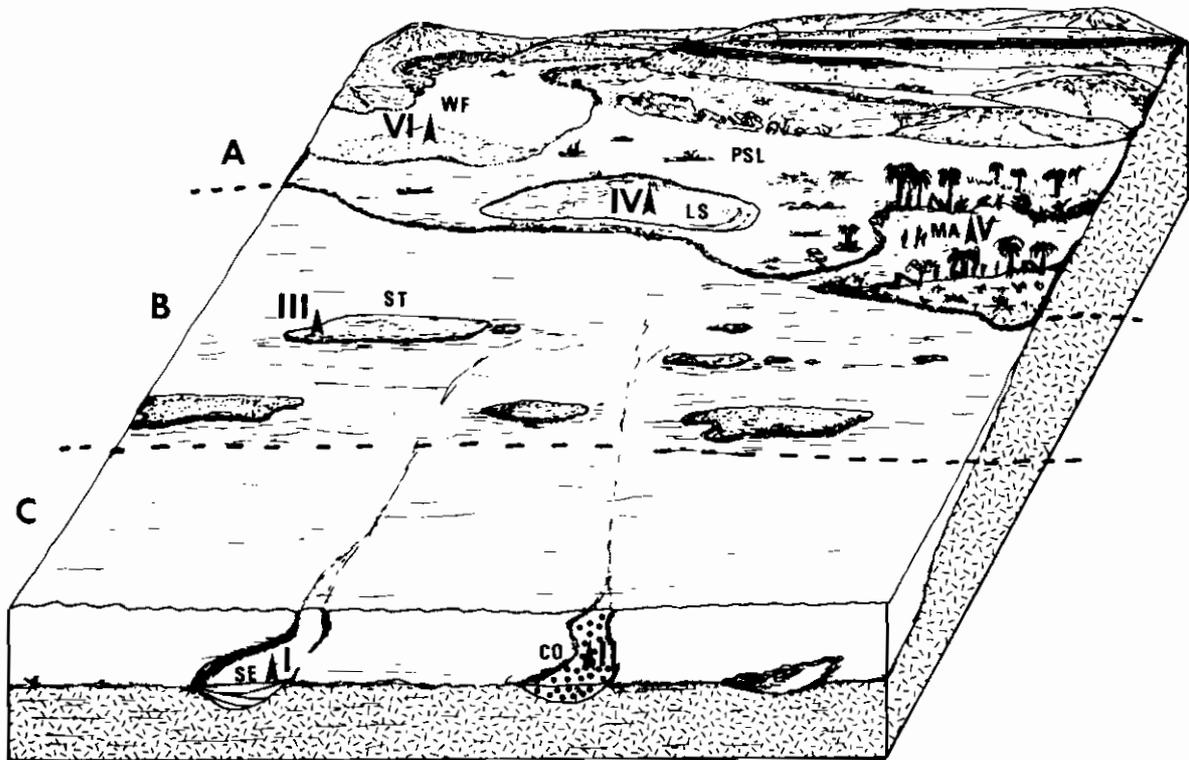


FIGURE 3

Modèle d'estran tidal
Tidal flat pattern

- A : Domaine supralittoral — *Supratidal area*
 WF : Zone de wadi-fan — *Wadi-fan zone*
 PSL : Plaine supralittorale — *Supratidal flat*
 MA : Marais maritime ou mangrove — *Swamp*
 LS : Lagune — *Lagoon*
- B : Domaine médiolittoral — *Intertidal area*
 ST : Stromatolites médiolittoraux — *Intertidal-stromatolites*
- C : Domaine infralittoral — *Infralittoral area*
 SE : Stratifications entrecroisées dans un chenal — *cross-stratifications in a channel*
 CO : Chenal oolithique — *oolitic channel*

I, II, III, IV, V, VI : Lieu de formation des séquences types définies dans le texte
Diagram showing distribution of the main kinds of sequences described in the text

queraient des milieux brachyhalins bas à 16-23 ‰ de salinité et caractérisent les zones incertaines entre domaines marin et continental (FRENEIX & CUBAYNES, 1984). Les lamines mécaniques traduisent l'action des marées qui marquent le domaine médiolittoral.

Séquence de type II (Fig. 5)

Le terme 1 correspond à un épandage oolithique du domaine infralittoral. Le terme 2, mudstone, et le terme 3 pourraient appartenir au domaine médiolittoral. Ce terme 3 conserve des caractéristiques mécaniques (troncatures des lamines) et témoigne d'une énergie hydrodynamique modérée (secteur tidal). Du terme 1 au terme 3, la diminution de l'agitation est sensible et la profondeur de sédimentation décroît.

Séquence de type III (Fig. 6)

Le terme 1 s'est déposé en domaine infralittoral. Les termes 2 à 5 évoluent dans le domaine médiolittoral. lamines mécaniques, lamines cryptalgaires, stromatolites plans, stromatolites pseudocolumnaires à « sheet-cracks ». Enfin le terme 6 traduit une émergence temporaire à la limite des domaines médiolittoral et supralittoral (« flat pebble conglomerate »). C'est la séquence tidalitique typique, développée en domaine intertidal non chenalisé

Séquence de type IV (Fig. 7)

Le terme 1, à stratifications obliques, correspond au domaine infralittoral; le terme 2 appartient au domaine médiolittoral sans traces d'émergence temporaire. Les vacuoles centimétriques à larges cristaux de calcite spathique suggèrent la dissolution de nodules d'anhydrite et reflètent un certain confinement des milieux de dépôts. Ces sursalures correspondent à des lagunes supralittorales avec un début de précipitation de gypse. Cette séquence est une amorce de séquence de sebkha.

Les séquences de type I et II alternent dans la partie basale de ce membre. La première séquence est de type I, elle ravine les argiles versicolores; les dolomicrites à stratifications obliques sont gréseuses et présentent des poches ou des chenaux de conglomérat d'extension métrique. Cette séquence de chenal représente le premier niveau transgressif du Mésozoïque, puis viennent des séquences de type II, moins chenalisées. La suite du membre est caractérisée par des alternances entre séquences de type III et IV ce qui correspond à un mouvement « régressif », ces séquences appartenant à des « flats » médio-à supralittoraux.

2.2.2. Les Dolomies et Argiles vertes

Ce membre présente l'alternance de dolomies à débit cubique en bancs décimétriques, d'argiles

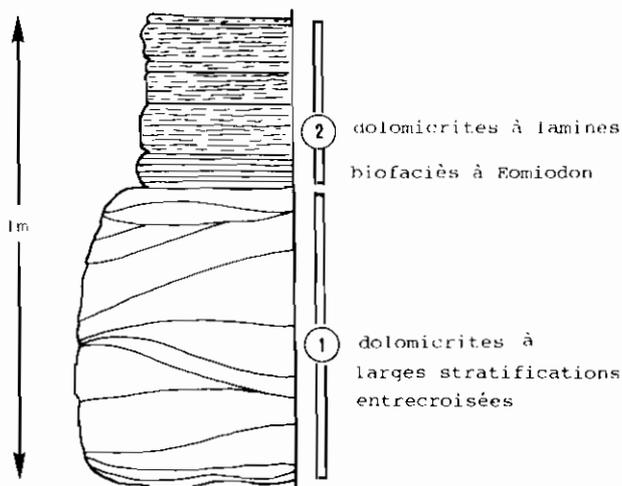


FIGURE 4

Séquence de type I (carrière. Les Cabannes)

Type I sequence (quarry, Les Cabannes): regressive sequence in Slab Dolomites

1 cross stratifications in dolomicrites; 2. dolomitic laminites with Eomiodon biofacies

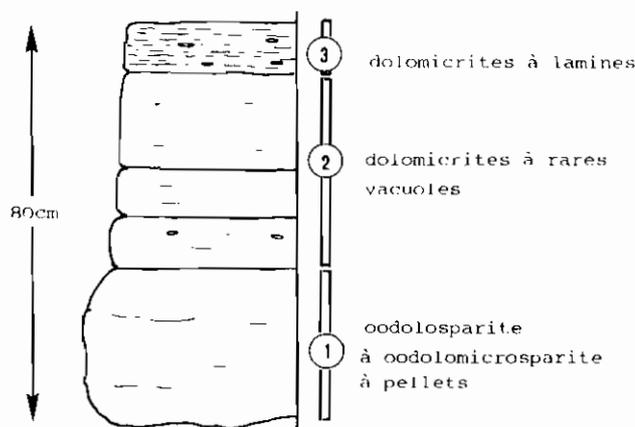


FIGURE 5

Séquence de type II (carrière. Les Cabannes)

Type II sequence (quarry, Les Cabannes): regressive sequence in Slab Dolomites

1 pelletoidal oodolosparite, 2. dolomitic with few vesicles; 3. dolomitic laminites

vertes finement laminées et de niveaux décimétriques de brèches infraformationnelles.

La séquence type (type V, Fig. 8) évolue du domaine infralittoral au domaine supralittoral. A Vaour, le terme 3 livre des associations à *Parallelodon hettangiensis* (TERQUEM), *Cuneigervillia rhombica* (COSSMANN), *Modiolus (Modiolus) hillanus* (SOWERBY) et *Pteromya vaurensis* FRENEIX & CUBAYNES (FRENEIX & CUBAYNES, 1984). Ces biofaciès à *Cuneigervillia-Pteromya* sont interprétés comme des associations d'eaux saumâtres et suggèrent une ambiance de lagune ouverte sur une mer de tendance brachyhaline haute (HALLAM, 1976). Le terme 3 représente le domaine médiolittoral. Enfin, le terme 4 est une brèche de dessiccation en domaine supralittoral avec des éléments de dolomicrite et de rares copeaux d'argiles vertes. Le terme supérieur est composé d'argiles vertes, plus ou moins dolomitisées, avec des récurrences de plaquettes dolomitiques présentant des figures de déformations souples, des passées et des poches bréchiques probablement dues à la dissolution de quantités limitées d'anhydrite.

Les argiles ont livré (BOUTET, 1980) des microflores continentales à *Classopollis torosus* (REISSINGER) POCOK-JANSONIUS (85 à 90 %), *Kraeuselisporites reissingeri* (HARRIS) MORBEY (5 à 10 %), *Araucariacites australis* COOKSON, *Porcellispora longdonensis* SCHEURING, etc. La proportion de matériel amorphe (0 à 7 %) souligne la tendance au confinement. Pour ces associations très riches (24 000 individus par lame), pratiquement monospécifiques et sans microplancton marin, deux interprétations sont possibles :

— soit une végétation de type mangrove ou de « swamp » (HUGUES & MOODY-STUART, 1967);

— soit une végétation de sols secs, à l'écart des eaux pour les Cheirolépidiacées (PONS, 1979). Les spores et les pollens auraient alors été apportés dans le marais maritime après chaque saccade de subsidence. Les marais de Floride avec leurs mangroves, associées à de larges plaines supralittorales, en fourniraient un bon exemple (ROBERT *et al.*, 1977).

Dans les deux cas l'abondance des Cheirolépidiacées indique un climat chaud et sec, de type tropical.

Au sommet des Dolomies et Argiles vertes, les séquences sont tronquées par des surfaces durcies à galets de dolomie (type VI, Fig. 9). Le terme 2 caractérise l'étage médiolittoral (partie supérieure) avec déjà des émergences temporaires et une agitation des eaux nulle. Le terme 3 est une brèche de dissolution-remaniement (« flat pebble

conglomerate ») formée en domaine pratiquement continental (zone de wadi-fan).

Au total, ce membre prolonge la régression amorcée à la fin du membre inférieur. Son originalité vient du développement des vasières supralittorales avec accumulation de marnes et traces d'évaporites.

3. — SÉQUENCE TRANSGRESSIVE L2 (HÉTANGIEN-SINÉMURIEN-LOTHARINGIEN)

La deuxième séquence de plate-forme proximale montre l'évolution des dépôts dans les domaines supralittoral puis infralittoral à médiolittoral. Elle comprend 3 formations

- la Formation de Capdenac;
- les Calcaires à microrhythmes de Planioles;
- les Calcaires oolithiques de Cavagnac.

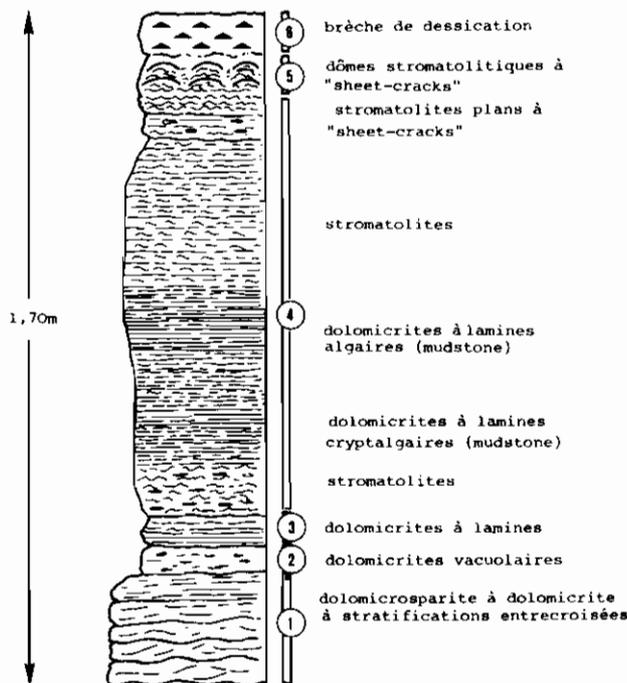


FIGURE 6

Séquence de type III (tunnel d'Ausevaysse)
Type III sequence (Aussevaysse tunnel) characteristic tidal sequence

1. cross-stratifications in dolomicrosparite; 2. dolomitic with few vesicles; 3. dolomitic laminites; 4. stromatolites and laminated biomicrites; 5. stromatolites: "smooth-mat" with "sheet cracks" then "pustular-mat" with "sheet-cracks"; 6. "flat pebble conglomerate"

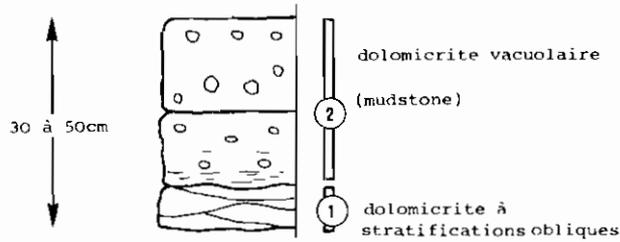


FIGURE 7

Séquence de type IV (carrière, Les Cabannes)
 Type IV sequence (quarry, Les Cabannes)

1. oblique stratifications in dolomicrites; 2. dolomicrite with few vesicles

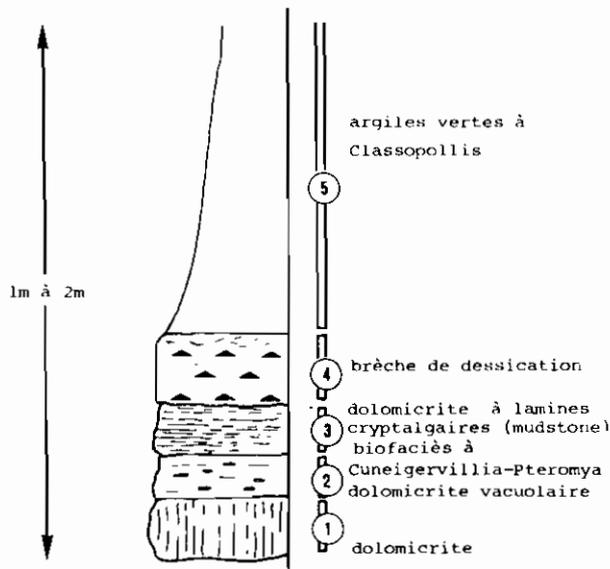
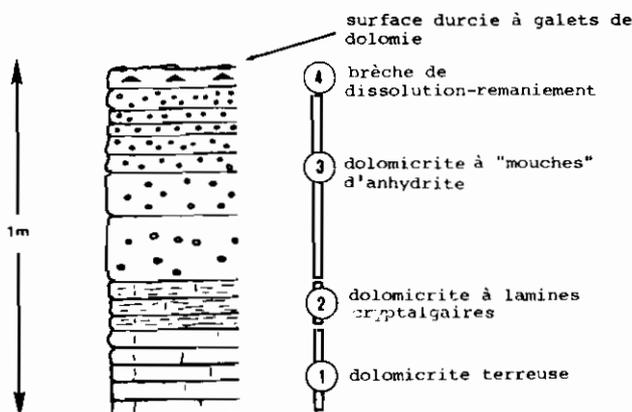


FIGURE 8

Séquence de type V (château de la Prune)
 Type V sequence ("la Prune" castle)

- 1 dolomicrite; 2 dolomicrite with few vesicles; 3. dolomitic laminites with Cuneigervillia-Pteromya biofacies; 4. flat pebble conglomerate; 5. Classopollis-bearing green claystones



3.1. LA FORMATION DE CAPDENAC (45 mètres)

La majeure partie de cette formation est constituée d'un ensemble de « brèches calcaréo-dolomiques » (25 m), « Cargneules » des anciens auteurs. La séquence élémentaire est une séquence tidale de comblement (Fig. 10) qui évolue du domaine infralittoral au domaine supralittoral. Très rapidement, les termes inférieurs plus marins se réduisent et le terme supérieur, supralittoral, se développe. De telles séquences, avec précipitation de l'anhydrite au sein des boues carbonatées du domaine supralittoral, sont connues dans les Sebkhass côtières du Golfe persique (SHEARMAN, 1966). Les « Cargneules » correspondent à des brèches de dissolution-tassement en milieu supralittoral.

Au-dessus de la masse des « Cargneules », les « Calcaires sublithographiques » (20 mètres) des anciens auteurs apparaissent en bancs centimétri-

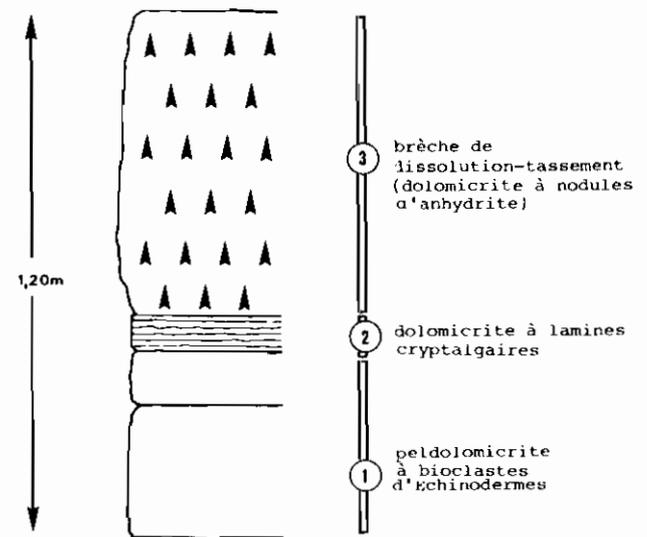


FIGURE 10

Séquence type dans les « Cargneules » (route D. 964, Brian-de-Vère)

Characteristic sequence in "Cargneules" (route D. 964, Brian-de-Vère)

1. mudstone dolomicrite; 2. dolomitic laminites; 3. anhydritic dolostones; 4. flat pebble conglomerate

FIGURE 9

Séquence de type VI au sommet des Dolomites et argiles vertes (tunnel d'Aussevaysse)

Type VI sequence, upper part of Dolomites and green claystones (railroad tunnel, Aussevaysse)

1. mudstone dolomicrite; 2. dolomitic laminites; 3. anhydritic dolostones; 4. flat pebble conglomerate

ques à décimétriques. Les séquences élémentaires se complètent, à leur base, par des faciès de plus en plus marins (infralittoral). Elles se terminent par des évaporites (réurrences de fausses cargneules) puis par des tidalites. Aucun argument ne permet d'établir la limite Hettangien-Sinémurien que nous avons fixée à l'apparition de la première barre oolithique (repère « Eloi » des Pétroliers).

3.2. LES CALCAIRES À MICRORYTHMES DE PLANIOLES (50 mètres)

Ces calcaires, en bancs décimétriques à métriques, généralement de couleur claire, avec le faciès « lithographique » des auteurs, admettent dans leur patrie sommitale des intercalations marneuses décimétriques. Leur organisation séquentielle repose sur la succession de séquences tidales, métriques. La séquence type (Fig. 11) présente :

— *terme 1* : Une rapide saccade de subsidence qui intervient à la base de chaque séquence, la transgression marine arrache de nombreux éléments au substrat : débris roulés qui sont étalés sur la plate-forme et constituent un faciès de remaniement. Les oolithes sont de type tidal (gros noyau). Ce grainstone présente de grands Foraminifères tels *Haurania amiji* HENSON (Saint-Salvy, Milhars), des *Acicularia elongata aquitanica* BOURULLEC & DELOFFRE (Milhars, Aussevaysse). Ce terme inférieur correspond à la mise en place d'un tapis sableux dans le domaine infralittoral ;

— *terme 2* : Il correspond à une décroissance de l'énergie hydrodynamique des eaux et s'est formé dans la partie inférieure du domaine médiolittoral ;

— *terme 3* : Le mudstone à fenestreae souligne une phase de colmatage dans le domaine médiolittoral ;

— *terme 4* : Ce terme voit l'installation d'un tapis stromatolitique organisé en microséquences centimétriques (REY *et al.*, 1981). Chaque microséquence débute par un terme de réactivation (1), se poursuit par des lamines stromatolitiques planes (2) puis par des structures pseudocolumnaires (3) interrompues par une nouvelle surface de réactivation. De nombreux terriers, verticaux ou obliques, traversent, sur 25 à 30 centimètres de profondeur, les sédiments incomplètement lithifiés avec remplissage de micrite à fenestreae ou de pelmicrite. Ces tapis stromatolitiques se développent dans le domaine médiolittoral ;

— *terme 5* : Sur 2 à 5 centimètres d'épaisseur, des lamines concaves discontinues (« algal-chips »)

interrompues par une biomicrite suggèrent une phase de dessiccation en milieu supralittoral ;

— *terme 6* : La brèche de dessiccation en milieu supralittoral présente parfois un paléosol (Saint-Salvy) ;

— *terme 7* : Les argiles noires (ligniteuses) ou vertes à faunes d'Ostracodes (formes de dessalure, comm. orale de P. DONZE) livrent à Aussevaysse une microflore continentale à *Classopollis* (50%) avec *Lycopodiacidites rugulatus* (COUPER) SCHULZ, qui indiquerait un âge Sinémurien supérieur (BOUTET, 1981).

Chacune de ces séquences correspond à la progradation d'un estran tidal avec développement de faciès tour à tour infra-, médio- ou supralittoraux.

Au sommet des Calcaires à microrythmes, un niveau marneux compris dans la dernière séquence offre une biophase à Lagénidés, Ostracodes et dents de Sélaciens. Les Nodosariidés avec l'association *Dentalina multicostata* et *D. semiorinata* indiquent un âge Sinémurien s.s. Les Ostracodes marins soulignent un changement dans les conditions de sédimentation : l'« ouverture », le passage des milieux de plate-forme proximale aux milieux de plate-forme distale, s'amorce dès la fin du Sinémurien s.s. A Milhars, la base chenalisée de la dernière séquence des Calcaires de Planioles présente une lumachelle (20 centimètres d'épaisseur) de Lamellibranches avec *Gryphaea* sp.

La Formation des Calcaires de Planioles est tronquée, à son sommet, par un hard-ground ferrugineux d'importance régionale. Cette discontinuité est percée de nombreux terriers remplis du matériel sus-jacent.

3.3. LES CALCAIRES OOLITHIQUES DE CAVAGNAC (1 à 8 mètres)

Ces calcaires oolithiques forment un niveau repère. Ils reposent sur le hard-ground sinémurien et, à leur sommet, sont interrompus par une nouvelle discontinuité régionale à Bélemnites, *Entolium* sp., *Oxytoma* sp., Encrines, etc.

Ces calcaires se développent du SSW au NNE (Fig. 12). A l'ouest de Milhars, à Aussevaysse, ils présentent la succession de deux séquences métriques de type klüpfélien, dues à deux pulsations de subsidences :

— le terme inférieur est une biopelmicrite à spicules de Demosponges et à bioclastes d'Echinodermes. Les bancs, décimétriques, sont riches en chailles qui peuvent devenir coalescentes et former des niveaux centimétriques ;

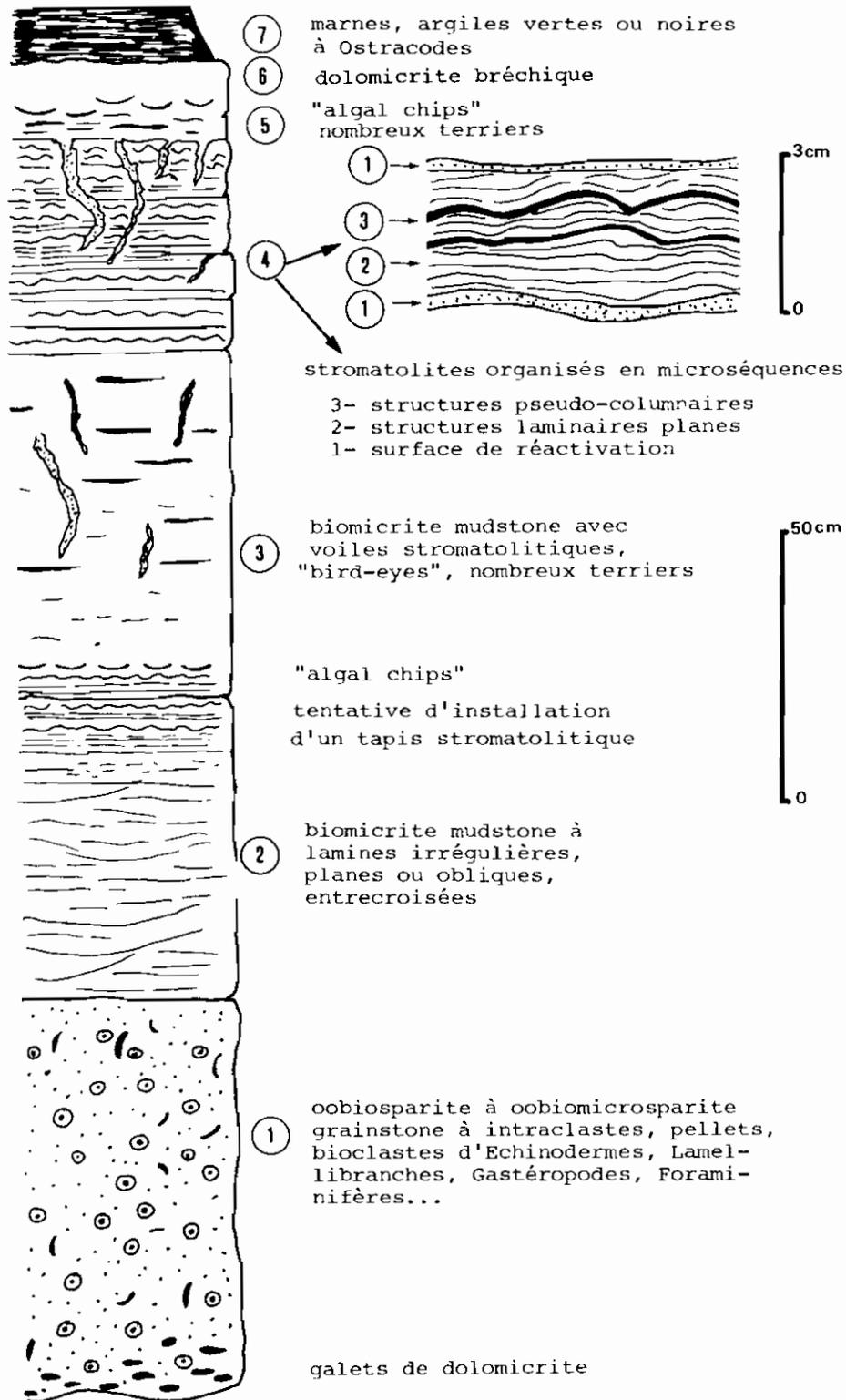


FIGURE 11

Séquence type des Calcaires de Planioles (carrière, commune de Campagnac, SW de Saint-Salvy, séquence CSS 42)
 Characteristic sequence in Planioles Limestones (quarry, Campagnac commune, SW of Saint-Salvy, sequence CSS 42)

1 bioclastic and oolitic grainstone, 2. oblique laminites, cross stratifications in mudstone biomicrite; 3. stromatolites, algal-chips, biomicrites, locally stromatolitic, with bird eyes; 4 stromatolites, (1) smooth-mat, (2) pustular-mat, (3) reactivation, 5. algal-chips; 6 dolomitic breccia; 7. dark-greenish claystone

— le terme supérieur est un grainstone devenant franchement oolithique dans la séquence supérieure avec de rares *Palaeodasycladus barrabei* LÉBOUCHE & LEMOINE. Sa richesse en quartz (30%) pouvant atteindre plus de 5 mm de diamètre correspond à une violente décharge quartzreuse et souligne la topographie du « continent ».

Les Calcaires de Cavagnac correspondent à un épandage d'oolithes, de gravelles, de pellets sur une plate-forme marine de faible profondeur, dans le domaine infralittoral. Ces sédiments meubles, sans cesse remis en mouvement par l'énergie des eaux, sont peu favorables au développement d'une vie benthique d'où l'absence de macrofaune.

A l'ouest de Milhars, à l'extrême base des Calcaires de Cavagnac (Fig. 12), une microfaune de Nodosariidés avec l'association *D. multicosata*, *D. paucicosata*, *D. clavata*, *D. arbuscula*, *Lenticulina (Planularia) ornata*, *L. (P.) inaequistriata*, *Marginulina burgindiae* indique un âge Lotharingien assez élevé. Plus au nord, dans la région de Figeac, LEFAVRAIS-RAYMOND (1950) a découvert un *Paltechioceras* (Echioceratidé de la zone à *Raricosatum*, partie supérieure du Lotharingien) sur le hard-ground supérieur. Les Calcaires de Cavagnac appartiennent donc en totalité au Lotharingien.

Au total, la succession des trois formations précitées constitue un remarquable exemple de transgression eustatique. Chaque séquence de détail (2^e ordre) correspond à une progradation et à un comblement, mais la dérive générale est transgressive car l'eustatisme est plus important que l'accrétion sédimentaire. La séquence L2 parcourt donc les domaines supralittoraux à évaporites, puis médiolittoraux à laminations et se clôture par des dépôts de cordons, de barrières oolithiques. Ces dernières sont encadrées par deux discontinuités provinciales qui traduisent la « crise lotharingienne », épisode important dans l'ouverture de l'Atlantique Moyen.

4 — SÉQUENCE RÉGRESSIVE L3 (CARIXIEN-DOMÉRIEN)

Le Lotharingien est une période-clef avec l'accélération de la transgression eustatique, déjà amorcée au Sinémurien supérieur. La mégaséquence L3 présente une succession d'ensemble de type klüpfélien; des périodes de transgression suivies de phases de remblaiement lui confèrent une allure cyclique. Bien délimitée par deux

discontinuités provinciales, un hard-ground lotharingien et un hard-ground domérien, elle traduit une large ouverture des milieux et évolue dans le domaine infralittoral.

Cette première séquence de plate-forme distale comprend trois formations (Fig. 2)

- les Calcaires de Brian-de-Vère,
- les Marnes à Amalthées,
- la « Barre à *Pecten* ».

4.1. LE CADRE BIOSTRATIGRAPHIQUE

4.1.1. La Zone à *Jamesoni* (Carixien)

● Sous-zone à *Taylori*

— Horizon à *Apoderoceras nodogigas*: L'extrême base du Carixien présente une faune appauvrie d'Eoderoceratinae tardifs hérités du Lotharingien supérieur (DOMMERGUES, 1982); les *Apoderoceras* du groupe *nodogigas* restent cependant assez rares en Quercy (Tonnac, Milhars: Pl. 1, fig. 1).

— Horizon à *Metaderoceras muticum*: une diversification des faunes d'Ammonites se dessine à ce niveau; *Radstockiceras* gr. *complanosum* (SIMPSON) (Pl. 1, fig. 2) cohabite avec *M. muticum* (D'ORBIGNY). Cette espèce, conforme au génotype, présente une assez forte costulation dans les tours internes (Pl. 1, fig. 4); sur la loge d'habitation les côtes sont fines, irrégulières, fibulées au niveau de volumineuses épines ventrolatérales (Pl. 1, fig. 5).

● Sous-zone à *Brevispina*

— Cette sous-zone est marquée par l'apparition des *Polymorphitinae*.

— Horizon à *Platypleuroceras rotundum*: cette espèce abonde dès la base; elle correspond à des individus évolués (d=54%), fortement costés, à section subquadratique et totalement bituberculés (Pl. 1, fig. 8, 9, 10). *P. brevispina* (SIMPSON), espèce contemporaine, semble n'en constituer qu'un variant plus comprimé (fig. 7). *Polymorphites* gr. *polymorphus* (QUENSTEDT) correspond à l'équivalent microconque (Pl. 1, fig. 6). *Metaderoceras?* gr. *nodoblongum* (QUENSTEDT) semble une forme originale caractérisée par des tours cadicones, à flancs lisses convergeant vers un ombilic assez large et évasé. Le maximum d'épaisseur, situé au 4/5 supérieur de la coquille, est orné de fortes épines régulièrement espacées (Pl. 1, fig. 3).

— Horizon à *Platypleuroceras oblongum*: les *Platypleuroceras* à section comprimée: *P.* gr.

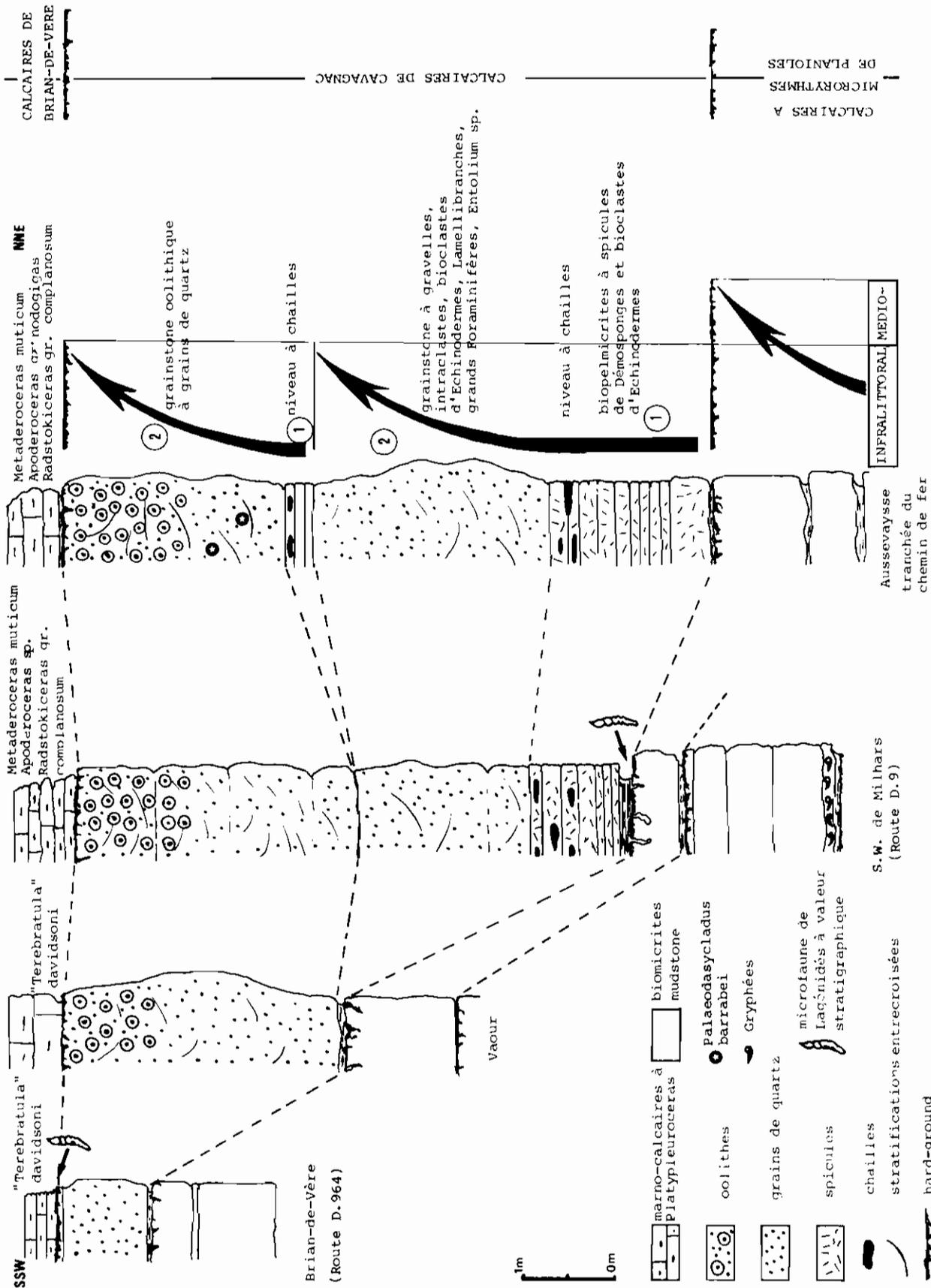
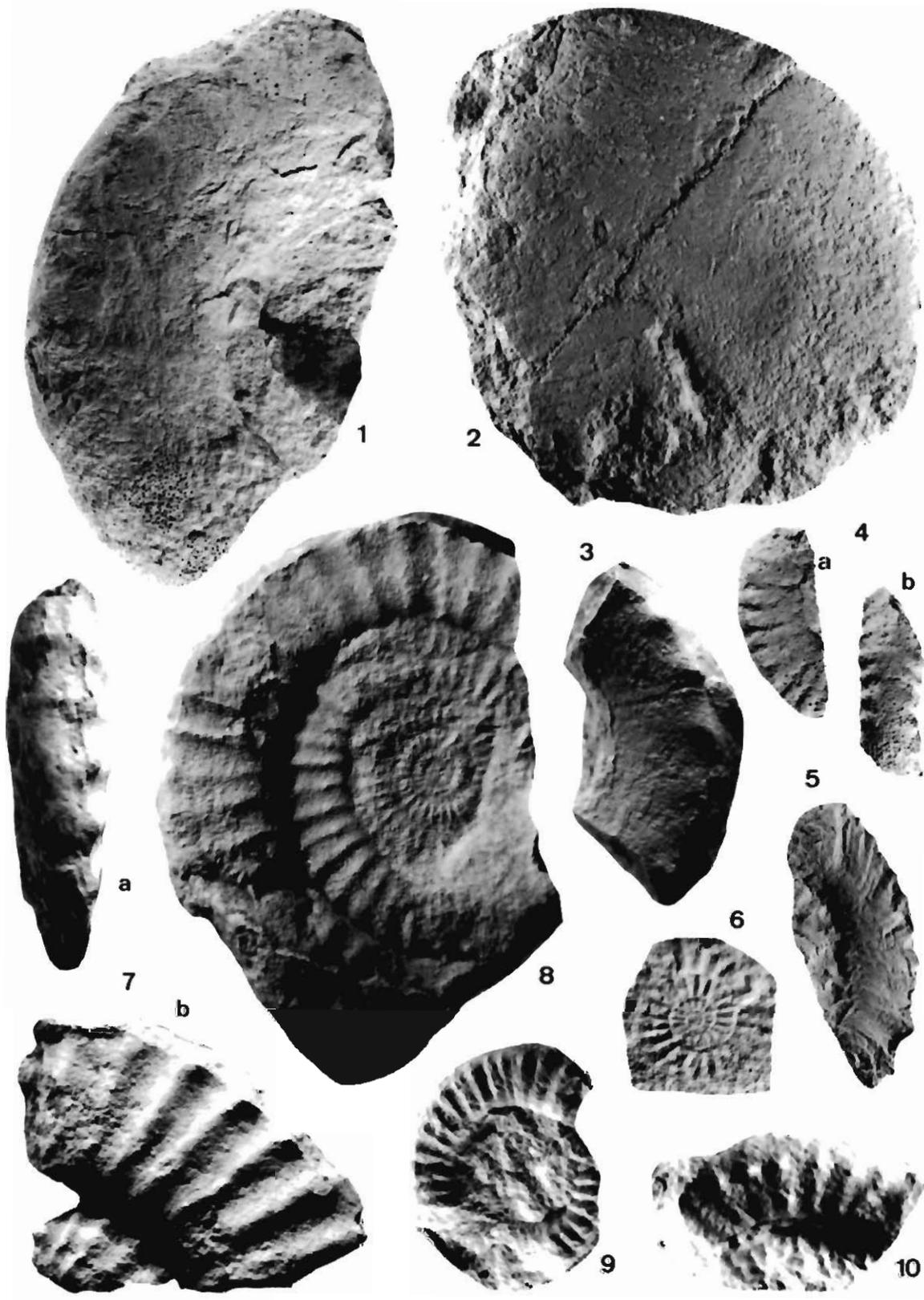


FIGURE 12
Evolution latérale des calcaires oolithiques de Cavaignac
Lateral evolution of Cavaignac oolitic limestones (from SSW to NNE)

PLANCHE 1
PLATE 1

- Fig 1 — *Apoderoceras* sp. SW de Milhars (Fig. 12), Carixien inférieur, Zone à *Jamesoni*, Sous-zone à *Taylori*, Horizon à *Jamesoni*, Sous-zone à *Taylori*, Horizon à *Nodogigas*, × 2/3
2. — *Radstockiceras* gr. *complanosum* (SIMPSON), SW de Milhars (Fig. 12), Carixien inférieur, Zone à *Jamesoni*, Sous-zone à *Taylori*, Horizon à *Muticum*, × 2/3.
3. — *Metaderoceras* ? sp. aff. *nodoblongum* (QUENSTEDT), Tonnac, Le Peyrou (Fig. 13), Carixien inférieur, Zone à *Jamesoni*, Sous-zone à *Brevispina*, base, × 2/3.
- 4-5. — *Metaderoceras muticum* (D'ORBIGNY), Carixien inférieur, Zone à *Jamesoni*, Sous-zone à *Taylori*, Horizon à *Muticum*
4 : SW de Milhars (Fig. 12), × 1
5 : Vaour (Fig. 13), × 1
6. — *Polymorphites* gr. *polymorphus* (QUENSTEDT), Tonnac, Le Peyrou (Fig. 13), Carixien inférieur, Zone à *Jamesoni*, Sous-zone à *Brevispina*, Horizon à *Rotondum*, × 1
7. — *Platypleuroceras* gr. *brevispina* (SIMPSON), Aussevaysse (Fig. 13), Carixien inférieur, Zone à *Jamesoni*, Sous-zone à *Brevispina*, × 1
- 8-10. — *Platypleuroceras rotondum* (QUENSTEDT), Carixien inférieur, Zone à *Jamesoni*, Sous-zone à *Brevispina*, Horizon à *Rotondum*.
8 : Tonnac, Le Peyrou (Fig. 13), × 1, niveau 8
9 : Tonnac, Le Peyrou, × 1, niveau 3.
10 : Tonnac, Le Peyrou, × 1, niveau 6.



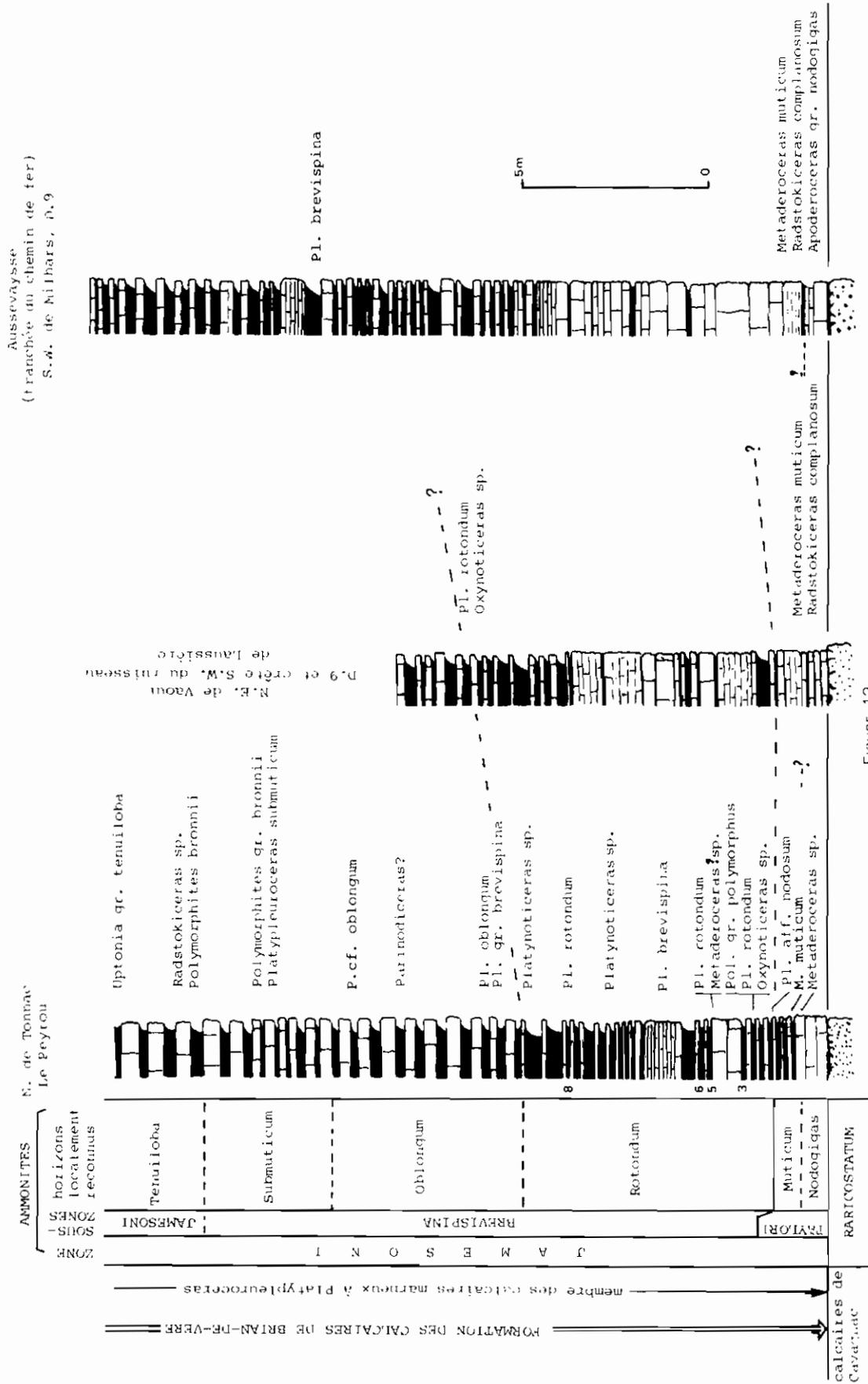


FIGURE 13

Biostratigraphie des Calcaires marneux à *Platyleuroceras*
Biostratigraphy of Platyleuroceras marly limestone

oblongum (QUENSTEDT) in SCHLATTER, 1980. apparaissent à ce niveau (Pl. 2, fig 1). La bituberculation disparaît progressivement des tours externes pour ne subsister chez *P. cf. oblongum* que dans les tours internes (Pl. 2, fig 2-3)

— Horizon à *Platypleuroceras submuticum* la costulation des *Platypleuroceras* est marquée par la disparition du tubercule péri-ombilical; un épaississement costal subsiste seul, à ce niveau, chez le jeune (Pl. 2, fig. 7) La tuberculation ventrolatérale « épineuse » de type « metaderoceroidé » semble typique de ces formes. Les microconques sont des spécimens voisins de *Polymorphites bronni* (ROEMER-QUENSTEDT), ils possèdent une section assez comprimée, la costulation est parfois flexueuse et rétroverse (Pl. 2, fig. 5-6, 8) ornée d'un assez fort tubercule ventrolatéral

● Sous-zone à *Jamesoni*

— Horizon à *Uptonia tenuiloba*. les premiers représentants du genre *Uptonia* possèdent (Pl. 2, fig 4) un enroulement évolutive; la costulation lâche, assez vigoureuse, est typique du genre dans les tours externes (SCHLATTER, 1980) et tuberculée dans les tours internes

— Horizon à *Uptonia lata*. le sommet de la Sous-zone à *Jamesoni* est caractérisé par la présence d'*Uptonia* assez comprimées, à costulation assez dense et non tuberculée (Pl 2, fig. 10) *Polymorphites bronni* (ROEMER-QUENSTEDT) typique en constitue le microconque (Pl. 2, fig 9) De rares *Oxynoticeratinae* (Pl. 2, fig. 11), évolutés et costulés, sont présents à ce niveau.

4 1 2 La Zone à *Davoei* (Carixien supérieur)

(Fig. 14)

Les Calcaires à chailles sont peu fossilifères en Grésigne (Zone à *Jamesoni*, Zone à *Ibex*?) et les observations paléontologiques ne reprennent qu'avec la Zone à *Davoei*. On distingue trois sous-zones définies par l'évolution des Liparoceratidés capricornes (*Aegoceras*) (DOMMERGUES, 1979)

● Sous-zone à *Maculatum*

Elle est caractérisée par les *Aegoceras* à costulation lâche, des *Liparoceras* et *Androgynoceras* fréquents

● Sous-zone à *Capricornus*

Les *Aegoceras* dominent les associations. Plusieurs stades évolutifs correspondent à autant d'horizons paléontologiques. Horizon à *A. latacosta*, Horizon à *A. brevilobatum* (*A. capricornus* α puis β de DOMMERGUES, 1979), Horizon à *A. crescens* (*A. capricornus* γ).

● Sous-zone à *Figulinum*

— Horizon à *Prodactylioceras davoei* cette espèce abonde à ce niveau où elle semble exclure totalement les autres formes (DOMMERGUES *et al.*, 1984)

— Horizon à *Oistoceras figulinum* cette forme domine (Pl 2, fig 14-16) avec *Cymbites globosus* (ZIETEN) (Pl. 2, fig 13) et des *Becheiceras*

4.1 3. La Zone à *Stokesi* (Domérien inférieur)

A la base du Domérien les *Proamalthus* remplacent brutalement les *Oistoceras*. Ces deux genres n'ont jamais été retrouvés associés en Gésigne

● Sous-zone à *Monestieri*

Plusieurs horizons sont localement individualisés

— Horizon à *Amaltheus (P.) stokesi* et nombreux *Lytoceras fimbriatum* (SOWERBY).

— Horizon à *Protogrammoceras occidentale* (*) à ce niveau apparaissent les premiers Harpoceratinae domériens (DOMMERGUES *et al.*, 1982) *P. occidentale* est caractérisé par une petite taille et une importante variabilité de l'ornementation (Pl. 3, fig. 1-10). Les côtes sigmoïdes sont le plus souvent fines (Pl 3, fig. 1), fasciculées (fig 10), plus rarement rigides et vigoureuses (fig 4), évoquant la tendance évolutive exprimée chez *P. monestieri* plus haut. *A. (P.) stokesi* (SOWERBY) et *A. (P.) bifurcus* HOWARTH sont fréquents à ce niveau.

— Horizon à *P. monestieri* (*) puis Horizon à *P. nitescens* (*) ils représentent autant d'étapes dans l'évolution anagénétique des *Protogrammoceras* vers des formes plus vigoureusement costées. *P. monestieri* FISCHER (Pl 3, fig 11-16), et *P. nitescens* (YOUNG & BIRD), *P. aff. isseli* (= *P. volubile* MONESTIER non FUCINI), présent au sommet de l'horizon à *Monestieri*, est une espèce comprimée à costulation fine.

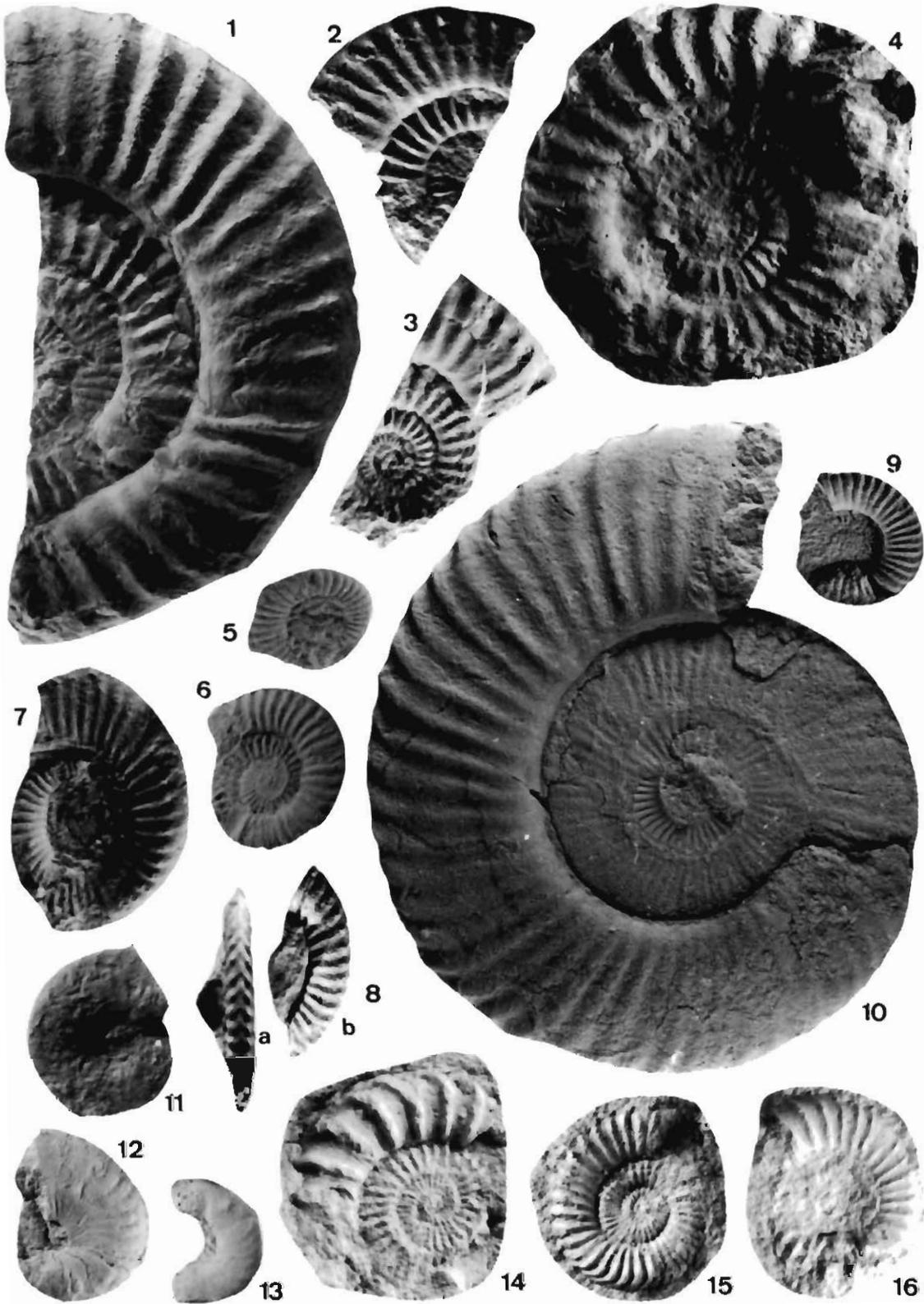
4 1 4. La Zone à *Margaritus* (Domérien moyen)

Peu fossilifère à sa base, elle n'a livré qu'un unique *Protogrammoceras* pouvant être rapproché de *P. zuffardii* FUCINI, espèce probablement

(*) Les *Protogrammocera* de la Sous-zone à *Monestieri* sont actuellement rapportés au sous-genre *Matterceras* WIEDENMAYER, 1977, par DOMMERGUES, FAURE & MEISTER, 1984 (communication sous presse) *P. aff. isseli* est rapporté à l'espèce nouvelle *Protogrammoceras (Datteiceras) diornatum* DOMMERGUES, FAURE & MEISTER

PLANCHE 2
PLATE 2

- Fig 1 — *Platyleuroceras oblongum* (QUENSTEDT), Tonnac, Le Peyrou (Fig 13), Carixien inférieur, Zone à *Jamesoni*, Sous-zone à *Brevispina*, Horizon à *Oblongum*, × 2/3
- 2-3 — *Platyleuroceras* cf. *oblongum* (QUENSTEDT), Tonnac, Le Peyrou (Fig 13), Horizon à *Oblongum*, × 1
- 4 — *Uptonia tenuiloba* (QUENSTEDT), Valeyres, Carixien inférieur, Zone à *Jamesoni*, Sous-zone à *Jamesoni*, Horizon à *Tenuiloba*, × 1/2.
- 5-6. — *Polymorphites* gr. *bronnii* (ROEMER-QUENSTEDT), Tonnac, Le Peyrou (Fig 13), Carixien inférieur, Zone à *Jamesoni*, Sous-zone à *Brevispina*, Horizon à *Submuticum*, × 1
- 7 — *Platyleuroceras submuticum* (OPPEL), Tonnac, Le Peyrou (Fig 13), Horizon à *Submuticum*, × 1
- 8 — *Polymorphites bronnii* (ROEMER-QUENSTEDT), Tonnac, Le Peyrou (Fig 13), Horizon à *Submuticum*, × 1.
- 9 -- *Polymorphites* gr. *bronnii* (ROEMER-QUENSTEDT), carrière de Puech-Mignon, NE de Lexos (Fig 1), Carixien inférieur, Zone et Sous-zone à *Jamesoni*, Horizon à *Lata*, × 1
- 10 -- *Uptonia lata* (QUENSTEDT), carrière de Puech-Mignon, NE de Lexos (Fig 1), Horizon à *Lata*, × 1.
- 11 — *Oxyntoceras* ? sp., NE de Vaour (Fig 13), Zone à *Jamesoni*, Sous-zone à *Jamesoni*, × 1
- 12 — *Tragophylloceras* sp., Valeyres, Carixien supérieur, Zone à *Davoei*, Sous-zone à *Capricornus*, Horizon à *Maculatum*, × 1
- 13 — *Cymbites globosus* (ZIEFFEN), Brian-de-Vère (niveau 42), Zone à *Davoei*, Sous-zone et Horizon à *Figulinum*, × 1
- 14-16 — *Oistoceras figulinum* (SIMPSON), Sous-zone et Horizon à *Figulinum*.
14. 16 — mare de la Gourdonio (Fig 14), × 1.
15 — Brian-de-Vère (niveau 42), × 1



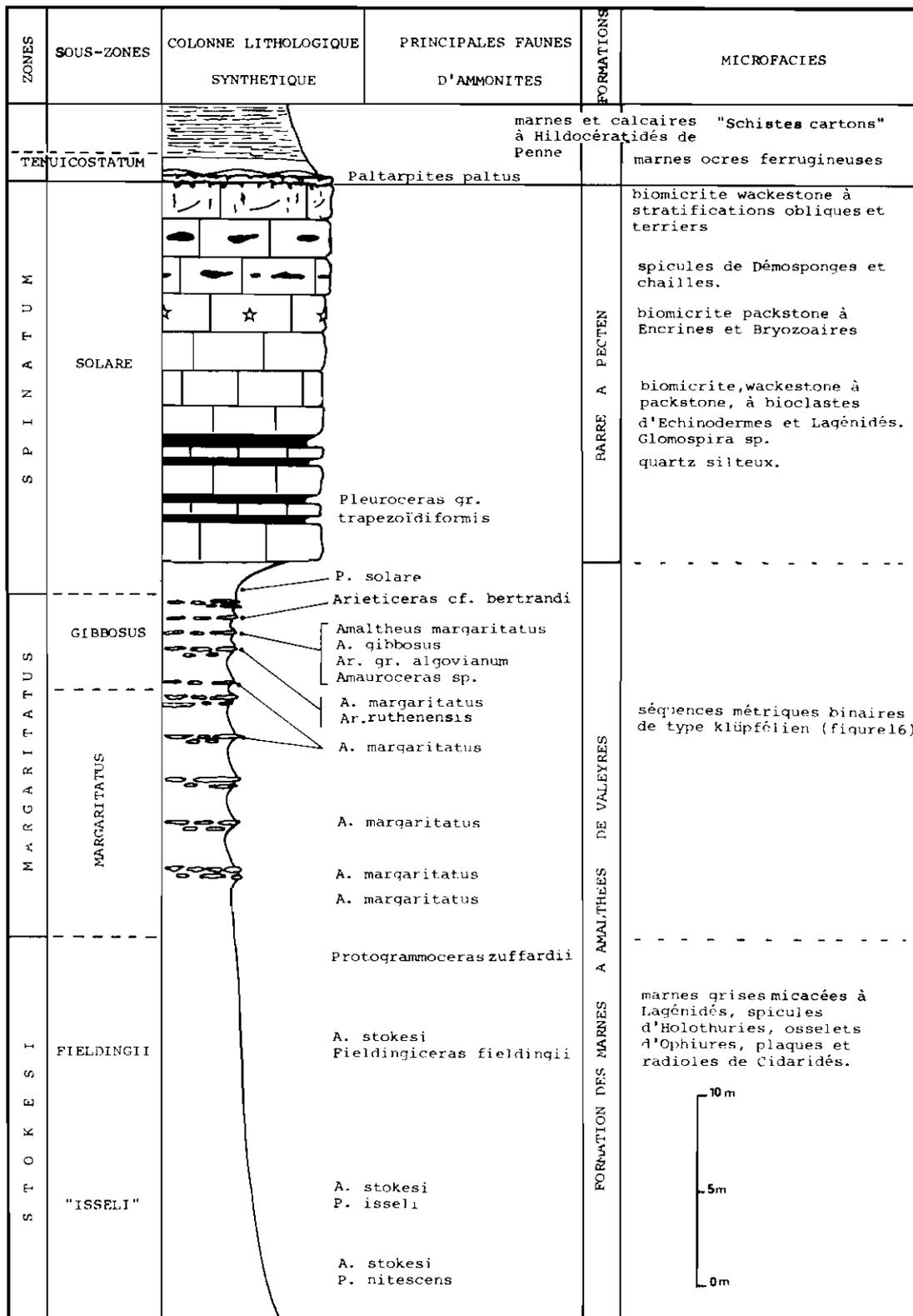


FIGURE 15

Biostratigraphie et analyse séquentielle des Marnes à Amalthees de Valeyres (La Boulbène, Fig. 1) et de la « Barre à Pecten »

Biostratigraphy and sequential analysis of The Valeyres Amaltheus-bearing marls and of the "Barre à Pecten"

contemporaine en domaine téthysien (base de la Zone à *Margaritatus*). Cet individu présente un enroulement semi-involute, une section subelliptique à flancs aplatis convergeant vers une aire ventrale aigue et carénée. L'aire ombilicale est sous-cavée. Les côtes, fines et proverses, sont peu flexueuses (Pl. 3, fig. 19). L'espèce sud-téthysienne s'en distingue cependant par une inflexion latérale des côtes plus marquée.

Plus haut, dans une Sous-zone à *Margaritus* et à *Gibbosus*, les Amalthées sont associées à des Arieticeratinae nord-ouest-européens. Les formes suivantes semblent se succéder : *Arieticeras ruthenensis* (REYNES) (Pl. 3, fig. 17), *A. algovianum* (OPPEL), enfin *A. cf. bertrandi* (KILIAN) (Pl. 3, fig. 18). Cette dernière espèce précède de peu les premiers *Pleuroceras*.

4.1.5. La Zone à *Spinatus* (Domérien supérieur)

Elle est marquée par la présence, à la base de la « Barre à *Pecten* », de *P. solare* (PHILIPS) [sous-zone à *Solare*, Fig. 16] (Pl. 3, fig. 20) puis de *P. gr. trapezoidiformis* (MAUBEUGE).

4.2. LES CALCAIRES DE BRIAN-DE-VÈRE (Fig. 2)

Cette formation correspond à la succession de deux séquences de 3^e ordre et comprend trois membres

- les Calcaires marneux à *Platypleuroceras* ou C1,
- les Calcaires à chailles ou C2,
- les « Calcaires en rangs de pavés » ou C3-D1

4.2.1. Les Calcaires marneux à *Platypleuroceras* (21 m)

Ces calcaires marneux reposent sur le hard-ground lotharingien. Ils sont disposés en bancs décimétriques à intercalations marneuses, centimétriques à décimétriques, rares dans la vallée de la Vère mais beaucoup plus développées sur les coupes de Vaour, Tonnac et Aussevaysse (Fig. 13). Ce membre (anciens Calcaires à grains de quartz des auteurs, terme qui s'appliquait autant et plus aux calcaires grainstone sous-jacent) était attribué au Lotharingien (FABRE, 1971).

À Brian-de-Vère, un mince niveau de marnes ocre (10 cm) livre, juste sur le hard-ground situé à leur base (Fig. 12), une microfaune de Nodosariidés avec une association de Dentalines typiquement carixienne : *Dentalina arbuscula* TERQUEM, *D. paucicostata* TERQUEM, *D. primaeva* D'ORBIGNY in FRANKE et *D. tenuistriata* TERQUEM. À Tonnac, Vaour et Aussevaysse (Fig. 1 et 13), les faunes d'Ammonites indiquent un âge carixien [Zone à *Jamesoni*, Sous-zones à *Taylori*, *Brevispina* et *Jamesoni*].

Le microfaciès dominant est une biopelmicrite mudstone à wackestone, à quartz silteux anguleux (1 à 7%), avec *Glomospira* sp., *Verneulinoides mauriti* TERQUEM et des bioclastes d'Echinodermes, de Pélécytopodes, d'Annelides et de Gastéropodes.

Les coupes de Tonnac, Vaour et Aussevaysse livrent de riches faunes

— Les peuplements de Lamellibranches sont dominés par les Pectinidés : *Chlamys prisca* SCHLOTHIUM, *C. textoria* SCHLOTHIUM, *Entolium corneolum* (YOUNG & BIRO), associés à *Cucullaea* sp., *Gresslia* sp., *Lima* sp., *Mactromya* sp., *Modiolus* sp., *Pholadomya ambigua* (SOWERBY), *P. decorata* ZETELN, *Plagiostoma gigantea* (SOWERBY), *Plicatula* sp., *Pseudolimea duplicata* (SOWERBY). Ces biocénoses suggèrent l'image de milieux peu profonds, à hydrodynamisme modéré, des eaux tièdes bien oxygénées.

— Les Gastéropodes sont essentiellement des Pleurotomariidae, des Eotomariidae (*Ptycomphalus* sp.), des Pseudomelaniidae (*Pseudomelania (Oonia)* sp.), et des Ampullospiridae. Ils caractérisent des milieux marins francs, ouverts et peu profonds. La prédominance d'espèces phytodétritivores, modérément fouisseuses, ou phytophages directes suggère des substrats meubles, fins, plus ou moins algaires.

— Les Brachiopodes sont abondants avec « *Terebratula* » *davidsoni* HAIME, *Lobothyris subpunctata* (DAVIDSON), *Spiriferina tumida* BUCKMAN, *Quadratrhyndia dunrobinensis* (ROLLIER), *Gibbirhyndia curviceps* (QUENSTEDT), *G. ranina* (DUBAR), et 6 espèces de *Zeilleria* : *Z. (Cincta) cf. cor* (LAMARCK), *Z. (C) numismalis* (LAMARCK), *Z. (C) kerastis* DELANCE, *Z. (C) darwini* (DESLONGCHAMPS), *Z. (Z) roe-meri* (SCHLOENBACH), *Z. (Z) aff. waterhousii* (DAVIDSON).

— Enfin les lavages de marnes témoignent de la richesse de ces fonds du domaine infralittoral en Nodosariidés, Ostracodes, Echinides, Ophiures, Holothuries, etc.

4.2.2 Les Calcaires à chailles (25 m)

Ils sont disposés en alternances décimétriques de bancs calcaires, avec de nombreuses chailles sombres bien développées, et de marnes grises feuilletées. Ce membre est clôturé par un hard-ground ferrugineux à Bélemnites. Ces calcaires sont datés par *Uptonia tenuiloba* (QUENSTEDT) (Pl 2, fig. 4), ruisseau de la Merdarié, à l'ouest de Valeyres [Zone à *Jamesoni*], et *Uptonia lata* (SOWERBY) (Valeyres) [Zone à *Jamesoni*, sous-zone à *Jamesoni*].

Le microfaciès dominant est une biopelmicrite à biopelmicrosparite à spicules de Demosponges, certains bancs prenant même le faciès « spongolithe »

Totalement absent pendant les séquences transgressives L1 et L2, le microplancton marin apparaît dès la base du Carixien avec l'abondance successive des deux Acritarches *Michystridium fragile* DEFILANDRE et *Baltisphaeridium debilispinum* WALL & DOWNIE, caractéristiques de la Zone à *Jamesoni* dans le Lias du Dorset. La base de la mégaséquence est nettement marquée par l'abondance du matériel ligno-charbonneux (Fig 2)

Les organismes marins (70%) dominent largement au sein de la microflore avec, toutefois, une association continentale d'une grande diversité spécifique; celle-ci se caractérise par la nette diminution des *Classopollis* (40%) et l'importance des *Spheripollenites*.

La composition de cette microflore continentale suggère l'image de zones côtières peuplées de Chérolépidiacées et d'un arrière-pays couvert de Ptéridophytes. Le climat chaud, sans doute humide, de type tropical, persistera pendant tout le reste du Lias. Dès le sommet de la Zone à *Jamesoni*, la diminution du microplancton d'Acritarches, le développement des Tasmanacées et l'abondance du matériel ligno-charbonneux (Fig. 2) marquent le retour d'une période plus agitée et des influences terrestres. Ces nettes tendances régressives soulignent la disposition des microfaciès biomicrites, biopelmicrites, puis biopelmicrites à spicules.

4.2.3 Les « Calcaires en rangs de pavés » (8 à 10 mètres)

Ce membre apparaît comme une alternance rythmique de bancs calcaires décimétriques et de couches marneuses dont l'épaisseur croît vers le sommet (Fig 14). La totalité de ces calcaires était attribuée au Carixien (FABRE, 1971), or, les faunes

d'Ammonites montrent que le passage Carixien-Domérien se fait au sein de ce membre, sans aucune coupure lithologique. La limite entre les deux étages (Fig 14) est marquée par le premier niveau à *Lytoceras fimbriatum* (SOWERBY) et *Amaltheus stokesi* (SOWERBY) accompagnées de *Beecherias gr. gallicum* SPATH.

Le microfaciès dominant est une biomicrite mudstone, pyriteuse, à rares quartz silteux avec *Glomospira* sp. *Spirillina* sp. et des bioclastes spathiques de Pélécytopodes et d'Encrines. Les biocénoses sont caractérisées par l'apparition des grands Pectinidés tels *Pseudopecten aequivalvis* (SOWERBY) et *P. acuticostatus* LAMARCK.

Les « Calcaires en rangs de pavés » révèlent un approfondissement relatif dans le domaine infralittoral par rapport aux Calcaires à chailles avec l'apparition des premiers Dinoflagellés. Très rapidement, dans la Zone à *Davoei*, la microflore devient pour 60 à 85% continentale et pour 15 à 40% d'origine marine. La proportion du microplancton d'Acritarches diminue au profit d'un nouvel intervalle à Tasmanacées. Dans l'association continentale, l'abondance des spores, des pollens, le matériel humique ligno-charbonneux indiquent des milieux marins plus agités, plus littoraux. Cette tendance régressive n'est que la suite de celle qui s'annonçait au sommet de la Zone à *Jamesoni* et se poursuit à l'extrême base du Domérien.

L'évolution d'ensemble dessine deux séquences

— la séquence inférieure (membres des Calcaires marneux à *Platypheuroceras* et des Calcaires à chailles) est stratocroissante. C'est une séquence klüpfélienne. Elle intègre des séquences de polarité incertaine, qui sont soit cycliques (Le Peyrou), soit stratodécroissantes (Aussevaysse).

— la séquence supérieure (membre des « Calcaires en rangs de pavés ») est stratodécroissante. Il s'agit d'une séquence eustatique d'ouverture.

4.3 LES MARNES À AMALTHÉES DE VALEYRES (40 m)

Les marnes de la Zone à *Stokesi* (Fig 15) témoignent de l'accélération de la remontée eustatique avec une première arrivée massive de colloïdes. Elles traduisent une sédimentation rapide sur une plate-forme entièrement envasée et représen-

PLANCHE **3**
PLATE

- Fig. 1 — *Protogrammoceras occidentale* DOMMERGUES, Domérien inférieur, Zone à *Stokesi*, Sous-zone à *Monestieri*, Horizon à *Occidentale*
 1, 3, 4, 7 Mare de la Gourdonio (Fig. 14), × 1
 2, 5, 10 : Brian-de-Vère (niveau 43), × 1
 6, 8, 9 Route de Valeyres (Fig. 14), × 1
- 11-16 — *Protogrammoceras monestieri* FISCHER, Domérien inférieur, Zone à *Stokesi*, Sous-zone à *Monestieri*, Horizon à *Monestieri*
 11, 13, 14 Valeyres (Fig. 14), × 1.
 12, 16 Vaour (Fig. 14), × 1.
 15 mare de la Gourdonio (Fig. 14), × 1.
- 17 — *Arietoceras ruthenensis* (REYNES), La Boulbène (Fig. 16), Zone à *Margaritatus*, Sous-zone à *Gibbosus*, × 1.
- 18 — *Arietoceras* cf. *bertrandi* (KILIAN), La Boulbène (Fig. 16), Sous-zone à *Gibbosus*, × 1
- 19 — *Protogrammoceras* aff. *zuffardii* FUCINI, La Boulbène (Fig. 16), base de la Zone à *Margaritatus*, × 1
20. — *Pleuroceras solare* (PHILIPS), La Boulbène (Fig. 16), Zone à *Spinatum*, Sous-zone à *Solare*, × 1



tent le maximum de la transgression domérienne. Cette vase du domaine infralittoral est comparable à celle qui existe, en Méditerranée actuelle, sous la zone de traction des vagues (-30 m).

Dès la base de la Zone à *Stokesi*, le développement du matériel amorphe non sapropélique, associé à du matériel ligno-charbonneux, la présence de pollens de petite taille (*Spheripollenites*, *Classopollis*) probablement transportés plus au large l'augmentation dans la microflore des formes marines, notamment celle des *Nannocera-topsis*, souligne la transgression et confirme une sédimentation en milieu marin largement ouvert.

Les faunes sont relativement pauvres : moules internes de Lamellibranches (*Mactromya* sp., *Ger-villia* sp., petites *Gryphaea* sp.), Echinodermes (Cidaridés, Ophiures, Holothuries, etc.), Brachio-

podes (*Rimirhynchia anglica* (ROLLIER), *Rudirhynchia rudis* (BUCKMAN)) et surtout des associations de Gastéropodes avec *Ptycomphalus expansus* (SOWERBY), *Promalthidea* sp., *Risselloidea* sp., indicateurs de milieux marins francs, comparables à ceux du Carixien inférieur, avec des fonds oxygénés dans le domaine infralittoral.

Les marnes de la Zone à *Margaritatus* (Fig 15) s'organisent en une succession de séquences métriques de type klüpfélien (7 à 8 séquences) évoluant dans le domaine infralittoral. Chaque séquence comprend (Fig 16)

— un terme inférieur de marnes micacées à stratifications obliques, lits d'Encrines et *Gryphaea gigantea* (SOWERBY),

— un terme supérieur de biomicrites ou de biomicrosparite, packstone, à grands Pectinidés tels

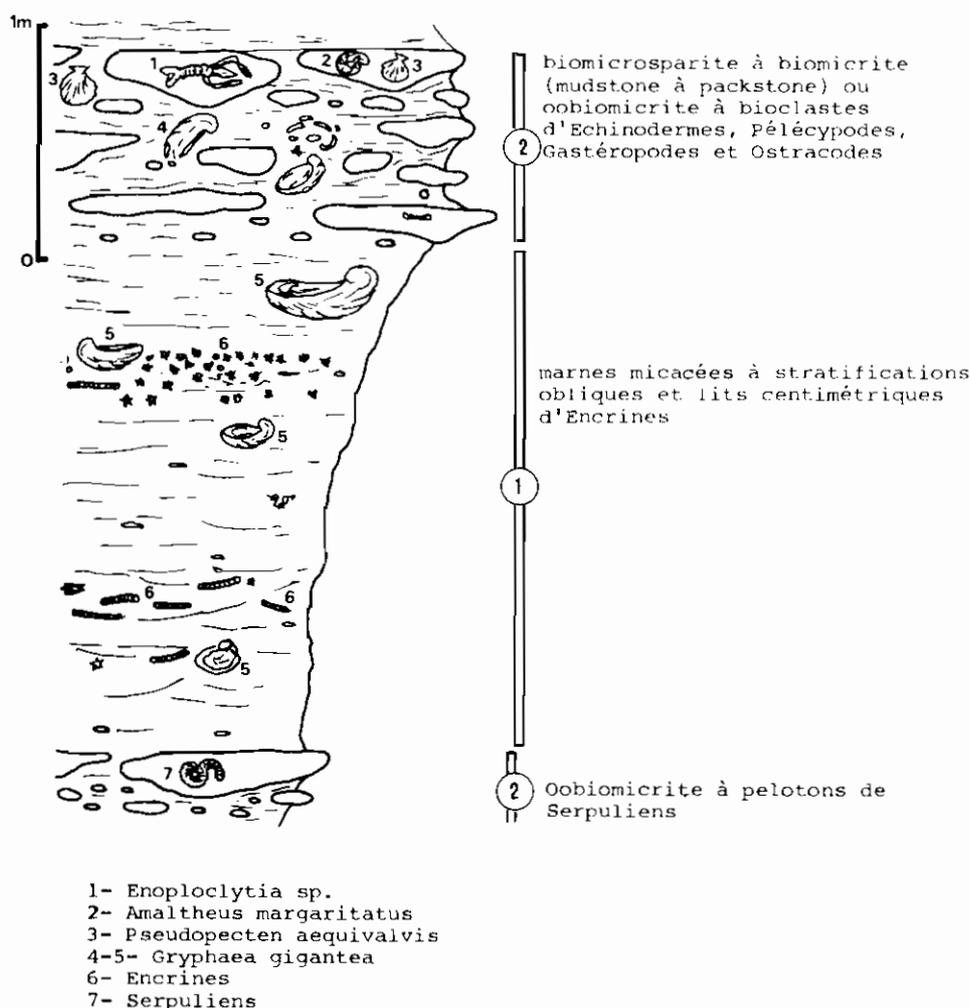


FIGURE 16

Séquence type de la Zone à *Margaritatus* dans les Marnes à Amalthées de Valeyres (La Boulbène)
Characteristic sequence in the Amaltheus-bearing marls, upper part, Margaritatus Zone

Pseudopecten aequivalvis (SOWERBY) et *P. acuticos-tatus* LAMARCK.

Ces séquences indiquent une succession d'épisode à sédimentation plus rapide (terme 1) et à sédimentation relativement plus lente (terme 2) (CUBAYNES, 1984)

Les tendances régressives sont soulignées, dans la microflore, par le retour des Tasmanacées, la baisse du nombre de *Nannoceratopsis*, le fort pourcentage de *Spheripollenites* associés à des spores trilètes et des pollens disacates

L'apparition des *Stereisporites* (Bryophytes) indique une légère humidification du climat.

La croissance nette du matériel ligno-charbonneux dans le palynofaciès confirme la régression marine qui va s'accroître avec le dépôt des calcaires bioclastiques de la « Barre à *Pecten* »

4.4 LA « BARRE À PECTEN » (20 m)

Les calcaires bioclastiques sont disposés en bancs décimétriques avec, à leur base, des intercalations de marnes sombres feuilletées. La « Barre à *Pecten* », clôturée par un hard-ground à valeur régionale, marque l'aboutissement de la mégaséquence klüpfélienne L3

Le microfaciès dominant est une biomicrite, wackestone à packstone, à bioclastes d'Echinodermes et Lagénidés pyritisés. Ce microfaciès présente des variantes dans la moitié supérieure des calcaires bioclastiques (Fig. 15)

Cette formation intègre des séquences de 2^e ordre à énergie croissante. Ce sont des dépôts de cordons sous-marins, souvent de faible extension, clôturés par des surfaces durcies qui se développent vers le sommet de la « Barre à *Pecten* ». Cette phase à forte énergie est présente dans toute la partie orientale de l'Aquitaine, elle traduit un phénomène régional.

La biophase est dominée par les grands Pectinidés *P. aequivalvis* (SOWERBY), *P. acuticostatus* LAMARCK, *Entolium* sp. et d'abondants Brachiopodes *Lobothyris subpunctata* (DAVIDSON), *L. punctata* (SOWERBY), « *L.* » aff. *thomarensis* (CHOFFAT), *Quadratirhynchia crassimedia* BUCKMAN, *Zeilleria quadrifida* (LAMARCK)

Les conditions de dépôt sont celles du domaine infralittoral avec des fonds bioclastiques riches en Echinodermes (dont *Rhabdocidaris* aff. *moralina* (COTTEAU), un hydrodynamisme relativement élevé, une sédimentation plus lente et des biotopes côtiers relativement peu profonds (15 à 40 m)

Dans la microflore, les formes marines sont bien représentées avec quelques Acritarches (*Micrhystridium*, *Baltisphaeridium*), des Algues et des *Nannoceratopsis*. La microflore continentale est caractérisée par la faible proportion des *Classopollis* et la très faible proportion des *Spheripollenites*, la présence de pollens lourds comme *Cerebropollenites mesozoicus* (TIERGART) SCHULZ, ainsi que de spores trilètes confirment une certaine agitation des eaux. Ces microflores indiquent des paysages sensiblement identiques à ceux du Carixien : des zones côtières peuplées de Cheirolépidiacées et de Ptéridophytes, un arrière-pays, plus élevé, avec des Ptéridophytes et des Coniférales parmi lesquelles les premières Pinacées. Le climat tropical, chaud, est peut-être plus humide que pendant le Carixien.

5 — SÉQUENCE DE COMPLEMENT L4 (TOARCIE À DOGGER)

Elle se présente comme une succession de séquences de 2^e ordre de type klüpfélien : la base de chaque séquence est transgressive par rapport à la séquence sous-jacente; le sommet des séquences affirme des tendances régressives de plus en plus nettes. Cette succession de phases transgressives et d'épisodes régressifs confère à l'ensemble une allure cyclique. A l'échelle de la mégaséquence la succession d'ensemble est également de type klüpfélien. La séquence L4 représente le maximum de la transgression liasique avant d'évoluer vers de nouveaux faciès de plate-forme carbonatée caractérisant le Dogger. Elle comprend, de bas en haut (Fig. 12)

— la Formation des Marnes et Calcaires à Hildocératidés de Penne;

— la Formation des Marnes et Calcaires à Dumortierinés de Lexos (CUBAYNES & FAURE, 1981)

5.1 LE CADRE BIOSTRATIGRAPHIQUE

Une étude détaillée a permis de retrouver la quasi-totalité des 27 horizons décrits par GABILLY à Thouars (CUBAYNES & FAURE, 1981). Dans la Zone à *Aalensis*, une analyse biostratigraphique détaillée permet de reconnaître, entre les Sous-zones à *Mactra* et *Aalensis*, une Sous-zone à *Pleydellia celtica* FAURÉ & CUBAYNES (FAURE & CUBAYNES, 1983) (Pl. 5, fig. 2-5, 7-14, 16)

52 LES MARNES ET CALCAIRES À HILDOCERATIDÉS DE PENNE (53 m)

521 Les « Schistes cartons » (4 à 5 m)

Cette première formation comporte trois membres, de la base au sommet

- les « Schistes cartons ».
- les Marnes et Calcaires à *Hildoceras*
- les Marnes noires à *Pseudogrammoceras*

Le Toarcien commence par un horizon calcaire intégré à la « Barre à *Pecten* » (horizon I, Fig 17). Les biomictites mudstone à *Eodactylites* (Pl 4, fig 2) marquent une nette diminution de l'énergie hydrodynamique par rapport aux biomictites packstone sous jacentes. Le premier niveau du

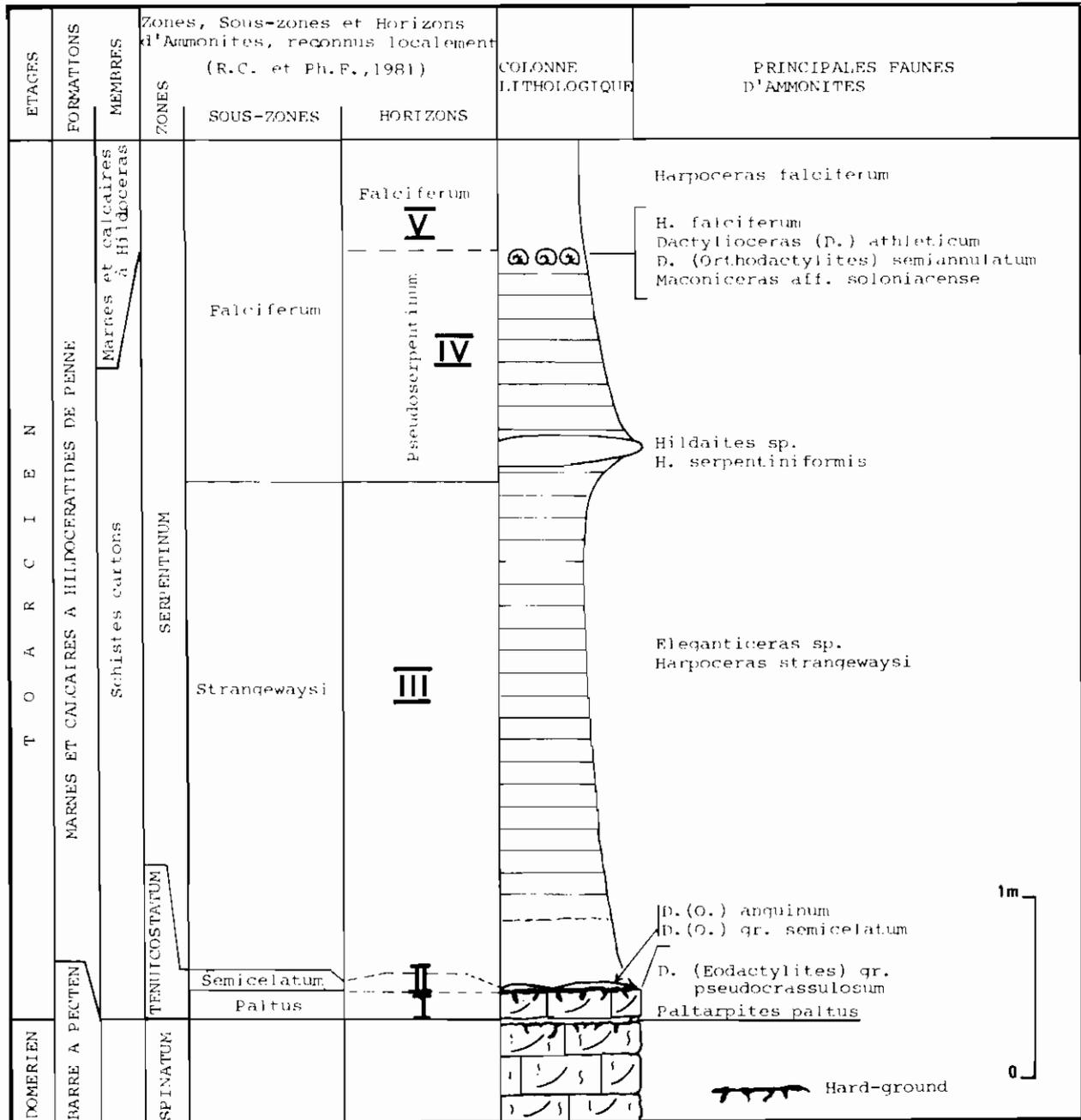


FIGURE 17

Biostratigraphie des « Schistes cartons » carrière de Penne
Biostratigraphy of "Paper schists" Penne quarry

Toarcien est interrompu par un hard-ground. Au-dessus un mince horizon (horizon II, Fig. 17) de calcaires grumeleux à *Dactyloceras* correspond à un horizon de condensation. La base des « Schistes cartons » est formée par 30 cm de marnes pyriteuses à Pentacrines et souligne un approfondissement relatif des milieux de dépôt.

Les « Schistes cartons » sont des argiles grises à brunes, à litage millimétrique; ils présentent de très nombreux débris de *Leptolepis coryphaenoides* (BRONN), d'Echinides, des Ammonites (souvent de petite taille, nanisme des faunes ?) et de rares dents de Crocodiliens. Ces fossiles indiquent des milieux franchement marins de plate-forme distale.

Le matériel amorphe est pour la première et seule fois sapropélique (Fig. 2). Il provient de la décomposition sur des fonds anaérobies et réducteurs d'Algues, essentiellement Tasmanacées.

Les eaux marines étaient stratifiées. Les eaux de surface, bien oxygénées, riches en sels minéraux, favorisaient l'explosion du phytoplancton. En profondeur, une tranche d'eaux calmes, confinées, recouvrait des fonds non oxygénés très peu favorables au développement de la vie benthique, le sédiment ne semblant même pas avoir subi l'action de fousseurs. Les Bactéries anaérobies décomposaient la matière organique algale.

L'association marine est dominée par les Algues (*Crassosphaera*, *Tasmanites*) et les Acritarques; les *Nannoceratopsis* sont peu représentés. La microflore terrestre est pratiquement monospécifique: 80% de *Spheripollenites*, associés à des spores trilètes, de petits pollens transportés et des *Classopollis* dont la proportion a encore diminué par rapport aux microflores sous-jacentes.

Les Lignites des Gardelles (vallée de la Vère) signalés par DURAND DELGA (1958) se placent dans ce membre, cette veine de jais compact, épaisse de 2 cm, résulte de la décomposition de végétaux apportés par flottaison.

Dans la partie supérieure des « Schistes cartons », un niveau de miches calcaires (biomicrites mudstone) à *Hildaites* (Fig. 17 et Pl. 4, fig. 1) dénote un apport de CaCO₃. Ces « Schistes cartons » se terminent par un mince niveau (10 cm) lumachellique de condensation à riche faune d'Ammonites (Fig. 17) qui marque l'aboutissement de cette séquence.

Ces faciès confinés sont localisés dans la partie occidentale de l'Aquitaine, le long des accidents méridiens parallèles à la faille de Villefranche. Cette disposition pourrait indiquer que le système

de cassures N-S a joué entre le Domérien et le Toarcien, comme dans les Grands-Causse, plus à l'est. Ainsi se confirmerait l'association « Schistes cartons »-tectonique synsédimentaire en extension.

5.2.2 Les Marnes et Calcaires à *Hildoceras* (Fig. 2)

Ce membre apparaît comme une alternance rythmique de bancs calcaires décimétriques et de marnes.

Le microfaciès dominant est une biomicrite mudstone, pyriteuse, à Lagénidés et bioclastes d'Echinodermes, de Lamellibranches. Les marnes sont riches en radioles d'Echinides, osselets d'Ophiures, sclérites d'Holothuries, Ostracodes, Nodosariidés, etc.

Les Lamellibranches sont représentés par *Astarte voltzi* (ROEMER), *Leda rostralis* LAMARCK, *Variamusium pumilum* LAMARCK, *Nucula* sp. Les Gastéropodes, *Barthrotomaria* sp., *Procerithium* (*Rhabdocolpus*) *pseudocostellatum* et surtout *Purpurina* (*Pseudalaria*) *patroclus* (D'ORBIGNY) sont des indicateurs de paléosubstrats meubles, à énergie hydrodynamique faible. Les nombreux terriers pourraient indiquer que ces substrats sont modérément indurés sous la pellicule de vase superficielle.

Les Brachiopodes, de petite taille, sont abondants. Ces formes, connues et prépondérantes dans le domaine ibérique: *Pseudogibbirhynchia jurensis* (QUENSTEDT), *Homoeorhynchia batalleri* (DUBAR), *Sphaeroidothyris dubari* DELANCE et *Telothyris jauberti* (DESLONGCHAMP), suggèrent des relations marines aisées entre Chaîne ibérique, Pyrénées et Quercy. La découverte d'un Nodosariidé, *Lenticulina* (*Marginulopsis*) *pennensis* CUBAYNES & RUGET dans les zones à *Bifrons* et *Variabilis* du Toarcien de Grésigne et du Toarcien d'Obon (Espagne) souligne les affinités entre ces faunes (CUBAYNES & RUGET, 1983).

Les Brachiopodes marquent déjà les tendances régressives de cette séquence qui se termine par un double banc (30 cm) de biomicrites mudstone à « filaments ». Ce double banc correspond à un horizon de condensation à nombreux *Hildoceras crassum* MITZOPOULOS et *H. lusitanicum* MEISTER [Sous-zone à *Lusitanicum*] puis à *H. apertum* GABILLY [Sous-zone à *Bifrons*].

Dès la base de la Zone à *Bifrons*, la microflore est caractérisée par l'abondance des *Classopollis*, des spores trilètes puis, rapidement, dans les

PLANCHE 4
PLATE

- Fig. 1. — *Hildaites serpentiformis* BUCKLAND, carrière de Penne (fig. 17), Zone à *Serpentinum*, Sous-zone à *Falciferum*, Horizon à *Pseudoserpentinum*, x 1.
- 2 — *Dactylioceras (Eodactylites) gr. pseudocrassulosum* FUCINI, carrière de Penne, Zone à *Tenuicostatum*, Sous-zone à *Paltus* (Fig. 17), x 1.
- 3-4 — *Esericeras sp.*, Zone à *Thouarsense*, Sous-zone et Horizon à *Fascigerum* (Fig. 18).
3 carrière de Lexos, x 1.
4 Château de Penne, x 1.
- 5 — *Pseudogrammoceras pseudostruckmanni* GABILLY, carrière de Lexos (Fig. 18), Zone à *Thouarsense*, Sous-zone et Horizon à *Fascigerum*, x 1.



niveaux supérieurs, la proportion de spores et de pollens diminue au profit des formes marines. Les Algues représentent 80 % de l'association palynologique avec quelques Acritarches comme *Baltisphaeridium* et peu de *Nannoceratopsis*. La base de cette séquence est donc bien transgressive. Par contre, en sommet de séquence (Fig. 2), se trouve un intervalle à Tasmanacées comme au sommet des séquences klüpféliennes précédentes. Dans toute la Zone à *Bifrons* le matériel amorphe perd son aspect sapropélique et reste associé à du matériel ligno-charbonneux. Aux fonds anaérobies des « Schistes cartons » succèdent des fonds oxygénés du domaine infralittoral, favorables au développement des faunes benthiques, tandis que les eaux, riches en sels minéraux, sont favorables à l'« explosion » des Algues.

5.2.3 Les Marnes noires à *Pseudogrammoceras*

Les marnes des zones à *Variabilis* et *Thouarsense* prennent rapidement la teinte sombre des marnes pyriteuses déposées sur des fonds réducteurs. La Zone à *Thouarsense* est ici remarquable par l'épaisseur des marnes qui indique une forte subsidence avec un apport massif de colloïdes. Elles correspondent au développement d'une vasière, à la limite des domaines infralittoral et circalittoral.

L'évolution de ces marnes est davantage marquée par un changement de conditions de sédimentation que par une variation significative de la profondeur des eaux. Aux fonds oxygénés de la Zone à *Bifrons* succèdent des fonds réducteurs. Le manque d'oxygène favorise la prolifération des Bactéries anaérobies qui dégagent du H₂S, facilitant la précipitation de la pyrite.

Cette vasière stable, faiblement différenciée du point de vue écologique, représente le maximum de la transgression liasique. Les faunes benthiques sont réduites à de petites Pectinidés tels *Variamussium pumilum* LAMARCK, de nombreuses *Plicatula* sp. et d'abondants Gastéropodes indicateurs de paléosubstrats fins, meubles en surface et d'une énergie hydrodynamique modérée à nulle: *Procerithium (Xystrella) armatum* (GOLDFUSS) et *Risseloidea subduplicata* (D'ORBIGNY).

Les microflores révèlent une faible proportion d'Acritarches (20 %) tandis que celle des spores et des pollens est importante (70 %). L'association continentale formée de *Cerebropollenites* (Coniférales du type Tsugales), de *Baculatisporites wellmanii* (COUPER) KRUTZSCH (Ptéridophytes), de *Clasopollis*, de *Chasmatosporites* (Cycadales) indique un climat tropical, chaud et humide.

À leur sommet, les Marnes noires se chargent en oolithes ferrugineuses avec *Esericeras* sp (Pl. 4, fig. 3-4), *Pseudogrammoceras pseudostruckmanni* GABILLY (Pl. 4, fig. 5) et *Denckmannia* ? sp (Pl. 5, fig. 1). Un banc de calcaires bioclastiques, grainstone, interrompu par un hard-ground régional, clôturé cette séquence (Fig. 18), c'est une discontinuité notable qui clôturé la Formation des Marnes et Calcaires à Hildocératidés de Penne.

5.3. LES MARNES ET CALCAIRES À DUMORTIÉRINÉS DE LEXOS

Cette formation correspond à la succession de deux séquences klüpféliennes (Fig. 2)

— La première débute par des marnes sombres semblables à celles de la Zone à *Thouarsense* et se poursuit par l'alternance de bancs calcaires décimétriques et de marnes. Elle correspond à l'« assise à Gryphées » (Zone et Sous-zone à *Pseudoradiosa* et Zone à *Aalensis*, Sous-zones à *Mactra* et *Celtica*). Les Gryphées (*Gryphaea sublobata*) représentent 85 à 90 % de la faune, elles sont accompagnées d'une association de Lamellibranches caractéristique d'eaux peu profondes, bien oxygénées, à proximité des côtes dans le domaine infralittoral: *Inoperna* sp., *Gresslya* sp., *Pholadomya* sp., *Pleuromya* sp., *Plicatula* sp., etc., et de nombreuses *Homoeorhynchia cynocephala* (RICHARD).

La « dalle à Gryphées », clôturée par un nouveau hard ground régional, marque l'aboutissement de cette séquence, cette accumulation de faunes traduit une condensation liée à une agitation des fonds. Régionalement, ce niveau est connu dans toute l'Aquitaine orientale.

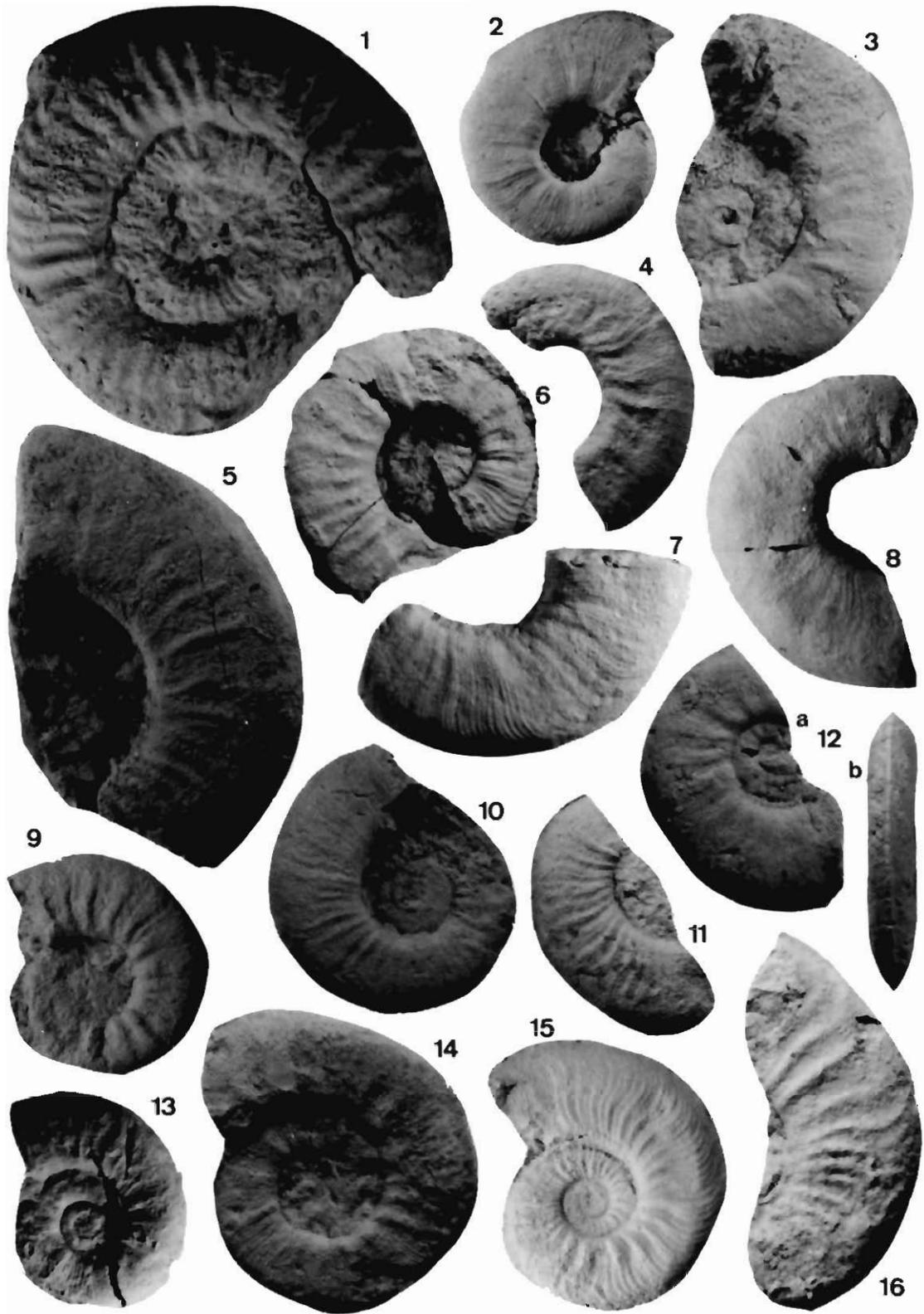
— La deuxième séquence correspond à une alternance de marnes et de bancs calcaires décimétriques, souvent interrompus par de petits hard grounds locaux. Les Brachiopodes, abondants, soulignent les tendances régressives: *Homoeorhynchia cynocephala* (RICHARD), *Sphaeroidothyris* gr. *vari* (DESLONGCHAMPS), *Zeilleria (Z.) lycetti* DELANCE, *Lobothyris haresfeldensis* (DAVIDSON), *Loboidothyris* cf. *ingens* (ROLLIER). Ils sont associés à des Echinides peu nombreux comme *Heterocidaris* aff. *bruni* (LAMBERTI).

Cette séquence se poursuit dans l'Aalenien avec des calcaires à *Leioceras* sp (Zone à *Opalinum*) puis des Calcaires à Oncolithes.

Dans les deux séquences, le faciès dominant est une biomicrite, wackestone à packstone, à

PLANCHE 5
PLATE

- Fig 1 — *Denckmannia?* sp. Château de Penne, Zone à *Thouarsense*, Sous-zone et Horizon à *Fascigerum*, x 1
- 2-5. — *Pleydellia celtica* FAURE & CUBAYNES, Toarcien supérieur, Zone à *Aalensis*, Sous-zone et Horizon à *Celtica*
2 : Saint-Paul de Mamiac (niveau 3), x 1.
3 : carrière de Lexos (niveau 46), x 1
4 : Puycelsi (niveau 32), x 1.
5 : carrière de Lexos (niveau 42), x 1.
6. — *Pleydellia* sp. in FAURE & CUBAYNES, 1983, Sous-zone à *Celtica*, Horizon à *Pleydellia* sp., Puycelsi (niveau 26), x 1.
- 7-14 — *Pleydellia celtica* FAURE & CUBAYNES, Sous-zone et Horizon à *Celtica*.
7, 10, 13 : Puycelsi (niveau 32), x 1
11 : Puycelsi (niveau 34), x 1
12 : Puycelsi (niveau 30), x 1
14 : carrière de Lexos (niveau 42), x 2.
15. — *Pleydellia* sp. cf. *subcandida* (BUCKMAN), Puycelsi (niveau 34), Sous-zone et Horizon à *Celtica*, x 1
16. — *Pleydellia celtica* FAURE & CUBAYNES, carrière de Lexos (niveau 42), Sous-zone et Horizon à *Celtica*.



quartz silteux, à Lagénidés et à nombreux bioclastes de Pélécy-podes, d'Annélides, d'Ostracodes. Le développement des faunes benthiques, des Tasmanacées (Fig. 2), du matériel ligno-charbonneux, traduit le retour à des conditions plus agitées dans le domaine infralittoral et souligne les nettes tendances régressives des dépôts de la Zone à *Aalensis*. Au total, cette formation riche en faunes benthiques traduit une régression. Ce mouvement souligne la surrection de toute la Plate-forme Occitane qui s'individualise.

6 — CONCLUSIONS

6.1 Cette étude fournit un cadre biostratigraphique précis pour le Lias de Grésigne, du Lotharingien supérieur [Zone à *Raricostatum*] au Toarcien supérieur [Zone à *Aalensis*].

6.2 Le Lias de Grésigne constitue une mégaséquence d'ouverture déterminée par une remontée eustatique considérable. La bathymétrie croît plus rapidement que la sédimentation ne comble les fonds, l'ensemble correspondant à un net approfondissement de la série : c'est pourquoi les séquences de 2^e ordre (Fig. 2) intègrent une évolution séquentielle de 3^e ordre de polarité opposée; de même, le sommet des séquences cycliques de 3^e ordre, L3 et L4, intègre une évolution séquentielle opposée à l'échelle de la mégaséquence (4^e ordre).

6.3 Les bases de séquences sont marquées par des coupures palynologiques avec des palynofaciès à matériel amorphe. Seule la base de la séquence L4 (Toarcien) présente un palynofaciès sapropélique (« Schistes cartons »). Des intervalles à Tasmanacées, avec du matériel ligno-charbonneux, correspondent chaque fois à des sommets de séquences de type klüpfélien [zones à *Jamesoni*, *Davoei*, *Spinatum*, *Bifrons*, *Insigne* et *Aalensis*].

6.4 Le Trias est représenté par une série grésosargileuse d'origine fluviale. Le massif de la Grésigne montre une série détritique réduite (40 m dont l'extrême base est datée du Carnien et dont le terme supérieur peut être rattaché à la base de la sédimentation hettangienne. A ce complexe fluviale à fluvio-lagunaire (Sebkha détritique) succède la transgression marine liasique. L'Hettangien se caractérise par des dépôts de « domaine marin interne » où s'affirment rapidement

des tendances au confinement. Les évolutions séquentielles, métriques, se font d'abord vers des laminites puis vers des niveaux à évaporites, à brèche de dissolution, enfin vers des argiles du domaine supralittoral.

L'Hettangien supérieur montre un ensemble de domaine franchement sursalé avec une sédimentation de type évaporitique due au confinement des eaux marines. L'évolution diagénétique de ces dépôts lagunaires conduira aux « Cargneules ». Avec le Sinémurien réapparaissent des faciès plus « ouverts » (tapis oolithiques), mais le rythme séquentiel reste métrique. Cette sédimentation séquentielle de comblement reflète une subsidence saccadée liée aux mouvements distensifs qui se poursuivent pendant tout le Lias inférieur et affectent le bâti aquitain.

6.5 Le Lotharingien est la période charnière, il correspond à l'ouverture d'un véritable golfe océanique avec l'apparition des premières faunes d'Ammonites. La richesse en quartz des Calcaires de Cavagnac traduit l'importance des mouvements accompagnant cet événement.

6.6 La base du Carixien est marquée par la première apparition d'un microplancton marin. Celui-ci reste peu fréquent et peu diversifié pendant tout le Lias moyen et supérieur. Les changements dans le palynofaciès et la composition des microflores traduisent des variations des conditions de dépôts : fonds soit oxygénés, soit semi-réducteurs, soit réducteurs. L'essentiel de cette évolution se déroule dans le domaine infralittoral.

6.7 Les microflores continentales suggèrent un climat de type tropical, chaud et aride jusqu'au Sinémurien, puis plus humide à partir du Carixien.

6.8 Deux grands paysages se succèdent donc : une plate-forme carbonatée tidale puis une vasière infralittorale. Dans les deux cas, la sédimentation est marno-carbonatée. Les conditions climatiques expliquent l'absence de produits sableux (DELFAUD, 1983).

6.9 Le mouvement général est une remontée eustatique. Il est accentué par des phases d'extension (Lotharingien, Domérien supérieur). Ces mouvements épigéniques sont connus tout autour des paléo-océans tethysiens, de l'océan alpin et de l'Atlantique central. L'installation de la plate-forme carbonatée du Dogger traduit une remontée des fonds également connue en de nombreux points, de la Mer du Nord aux plates-formes du Maghreb occidental. Ces mouvements

clôturent une histoire de type rift, avant la phase d'océanisation véritable qui, en Aquitaine, débutera très haut dans la Jurassique

REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer notre gratitude à tous ceux qui ont déterminé nos faunes ou vérifié nos propres déterminations

— J.H. Delance et B. Laurin (Dijon) pour les Brachiopodes.

— C. Ruget et R. Mouterde (Lyon), respectivement pour les Foraminifères et certaines Ammonites.

— S. Freneix, J. Roman, S. Secretan et S. Wenz (Muséum Hist. nat. Paris), respectivement pour les Lamellibranches, les Echinodermes, les Crustacés et les Poissons.

— J.C. Fischer (Muséum, Paris) pour les Gastéropodes et la paléocéologie marine

Enfin, nous remercions la SNEA(P) qui a autorisé la publication de cette étude.

7 — RÉFÉRENCES

- BOUROULLEC, J., DELFAUD, J. & DELOFFRE, R. (1979). — La Mégaséquence d'ouverture du Lias aquitain cycle évaporitique et alternances marno-carbonatées. — *In*: *Coll. Jur. Eur.* A.S.F. Publication spéciale n° 1, p. 453-465.
- BOUTET, C. (1980). — Découvertes de microflores du Carnien à la base du Mésozoïque de la Grésigne (Tarn, Haute-Garonne). — *C.R. Acad. Sci. (Paris)*, **D 290**, 439-442.
- BOUTET, C. (1981). — Etude palynoplantologique du Trias et du Jurassique inférieur et moyen de Grésigne - Sud Quercy. — Thèse 3^e cycle, Toulouse III
- CUBAYNES, R. (1984). — Place respective des Communautés de Pectinidés et de Gryphées dans les séquences klüpféliennes du Domérien du Quercy-Comm. — *1^{er} Cong. Int. Paléocéologie (Lyon)*. *Géobios*, Mém. spéc. **8**, 39-45
- CUBAYNES, R. & FAURE, Ph. (1981). — Première analyse biostratigraphique du Lias supérieur du Sud-Quercy (bordure Nord-Est Aquitaine). — *C.R. Acad. Sci. (Paris)*, (2), **292**, 1031-34.
- CUBAYNES, R. & RUGET, C. (1983). — *Lenticulina (Marginulinopsis) pennensis*. Foraminifère nouveau du Toarcien de l'Europe occidentale. — *Géobios*, **16**, 3, 375-379.
- CUBAYNES, R., FAURÉ, Ph., BOUTET, C. & DELFAUD, J. (1984). — La Mégaséquence d'ouverture du Lias quercynois (bordure sud-ouest du Massif Central français): rapports entre environnements sédimentaires et palynofaciès, contexte climatique. — *C.R. Acad. Sci. (Paris)*, (2), **298**, 83-88
- DELFAUD, J. (1973). — Un élément majeur de la paléogéographie du Sud de la France le Haut-fond Occitan. — *C.R. Soc. géol. France*, **1973**, 4, 102
- DELFAUD, J. (1983). — Les Paléoclimats du Jurassique en Europe occidentale. — *Bull. Inst. Géol. Bass. Aquitaine*, **34**, 121-135
- DOMMERMUES, J.L. (1979). — Le Carixien bourguignon. Biostratigraphie, Paléogéographie, Approche paléontologique et sédimentologique. — Thèse 3^e cycle, Dijon.
- DOMMERMUES, J.L. (1982). — Le passage Lotharingien-Carixien en domaine boréal, une période de déséquilibre des Faunes d'Ammonites. — *9^e Réunion ann. Sci. Terre*, (Paris), p. 208.
- DOMMERMUES, J.L., CUBAYNES, R., FAURE, Ph. & MOUTERDE, R. (1982). — La première espèce d'*Harpoceratinae (Ammonitina)* implantée dans la province subboréale *Protogrammoceras occidentale n.sp.* — *C.R. Acad. Sci. (Paris)*, (2), **294**, 657-660
- DOMMERMUES, J.L., FAURE, Ph. & MOUTERDE, R. (1984). — Le genre *Prodactylioceras (Ammonitina)*, Pliensbachien inférieur, Biostratigraphie, Paléobiogéographie et modalités d'évolution; description d'une espèce nouvelle: *Prodactylioceras aurigeriense n.sp.* — *Géobios*, **17**, 1, 77-83
- DURAND-DELGA, M. (1958). — Sur les nodules du Trias et les Lignites jurassiques de la Grésigne (Tarn et Tarn-et-Garonne). — *Bull. Soc. Hist. nat. (Toulouse)*, **93**, 86-94.
- FABRE, J. (1971). — Contribution à l'étude de la Grésigne. — Thèse 3^e cycle, Paris.
- FAURE, Ph. & CUBAYNES, R. (1983). — La sous-zone à *Pleydellia celtica n.sp. (Dumortierinae, Ammonitina)*, nouvel élément biostratigraphique de la zone à *Aalensis* dans le Toarcien du Sud du Quercy (bordure Est du Bassin d'Aquitaine). — *C.R. Acad. Sci. (Paris)*, (2), **297**, 681-686.
- FOURNIER, E. (1899). — Le dôme de la Grésigne (feuille de Montauban). — *Bull. Serv. Carte géol. France*, **X**, **66**, 158-159.
- FRENEIX, S. & CUBAYNES, R. (1984). — Biofaciès à *Cuneigervillia-Pteromya* et Biofaciès à *Eomiodon* dans l'Hettangien du Quercy (Aquitaine orientale). — *Géobios*, **17**, 1, 5-17.
- GEZE, B. & DURAND-DELGA, M. (1943). — Observations stratigraphiques sur le Massif de la Grésigne. — *C.R. Acad. Sci. (Paris)*, **216**, 190-191.
- GEZE, B., DURAND-DELGA, M. & CAVAILLÉ, A. (1947). — Cycles sédimentaires et épisodes tectoniques d'âge secondaire dans les Causses méridionaux du Quercy. — *C.R. Acad. Sci. (Paris)*, **224**, 133-35.

- GRIGNAC, C. & TAUGOURDEAU-LANTZ, J. (1982). — Découverte de microflores d'âge hettangien dans l'épandage grés-conglomératique « triasique » formant la base du Mésozoïque de la région de Figeac-Capdenac (Quercy). — *C.R. Acad. Sci. (Paris)*, (2), **295**, 57-62.
- HALLAM, A. (1976). — Stratigraphic distribution and ecology of European Jurassic Bivalves. — *Lethaia*, **9**, 245-259.
- HALLAM, A. (1981). — A revised sea-level curve for the Early Jurassic. — *J. geol. Soc. (London)*, **138**, 6, 735-743.
- HUGUES, N.F. & MOODY-STUART, J.C. (1967). — Palynological faciès and correlation in the English Wealden. — *Rev. Paleobot. Palynol.*, **1**, 864.
- LEFAVRAIS-RAYMOND, A. (1950). — Le Pliensbachien du Lot. — *C.R. Soc. géol. France*, **1950**, 9, 103.
- LEFAVRAIS-RAYMOND, A. & LAFAURIE, G. (1980). — La « crise lotharingienne » sur la bordure d'Aquitaine, Quercy en particulier. Ses répercussions au Carixien. — *Bull. Soc. géol. France* (7), **22**, 4, 613-621.
- LESAGE, M.T. (1969). — Etude palynologique de l'Infralias de la périphérie du Morvan, comparaison avec les autres bordures du Massif Central. — *Bull. Soc. géol. France*, (2), **10**, 3, 287-292.
- MAGNAN, P. (1869). — Etude des formations secondaires des bords Sud-Ouest du Plateau Central de la France entre les vallées de la Vère et du Lot. — *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, **3**, 1-83.
- MEGELINK-ASSENAT, S. (1982). — Le Trias et le Lias inférieur de la bordure aquitaine du Massif Central, fin du remblaiement post hercynien et modalités d'une transgression dans un contexte pré-atlantique. — Thèse Doct. Etat, Lyon.
- MEGELINK-ASSENAT, S. (1983). — Le Lias inférieur de la bordure aquitaine du Massif Central français : premières manifestations de l'ouverture de l'Atlantique. — *Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine*, **7**, 1, 45-67.
- PEISSIE, Th. (1982). — Le Causse jurassique de Limogne-en-Quercy. — Thèse 3^e cycle, Toulouse III.
- PERON, A. (1873). — Sur quelques points de la géologie au Tarn-et-Garonne. — *Bull. Soc. géol. France*, (3), **2**, 85-86.
- PONS, D. (1979). — Les organes reproducteurs de *Frenelapsis alata* (K. FEISTM.) KNOBLACH, Cheiro-lépidiacée du Cénomaniens de l'Anjou, France. — *C.R. 104^e Congr. nat. Soc. sav.*, **7**, 209-231.
- REY, J., PEYBERNES, B. & FAURÉ, Ph. (1981). — Les Stromatolites du Lias inférieur aquitano-pyrénéen. — *Arch. Sci. (Genève)*, **34**, 2, 181-190.
- ROBERT, H.H., WHELAN, T. & SMITH, W.G. (1977). — Holocene sedimentation at Cape Sable, South Florida. — *Sediment Geol.*, **18**, 25-60.
- SCHLATTER, R. (1980). — Biostratigraphie und Ammonitenfauna des Unter-Pliensbachium im Typusgebiet (Pliensbach, Holzmaden und Nürtingen, Württemberg, SW-Deutschland). — *Stuttgarter Beitr. Natkde.* (B), **65**, 1-261.
- SHEARMAN, D.J. (1966). — Origin of marine evaporites by diagenesis. — *Trans. Instn. Min. Metall.* (B), **79**, 155-162.
- THEVENIN, A. (1903). — Etude géologique de la bordure sud-ouest du Massif Central. — *Bull. Serv. Carte géol. France*, **95**.
- VAIL, P.R. *et al.* (1977). — Seismic stratigraphy and global changes of sea level. — *Mem. Amer. Ass. Petroleum Geol.*, **26**, 49-212.