

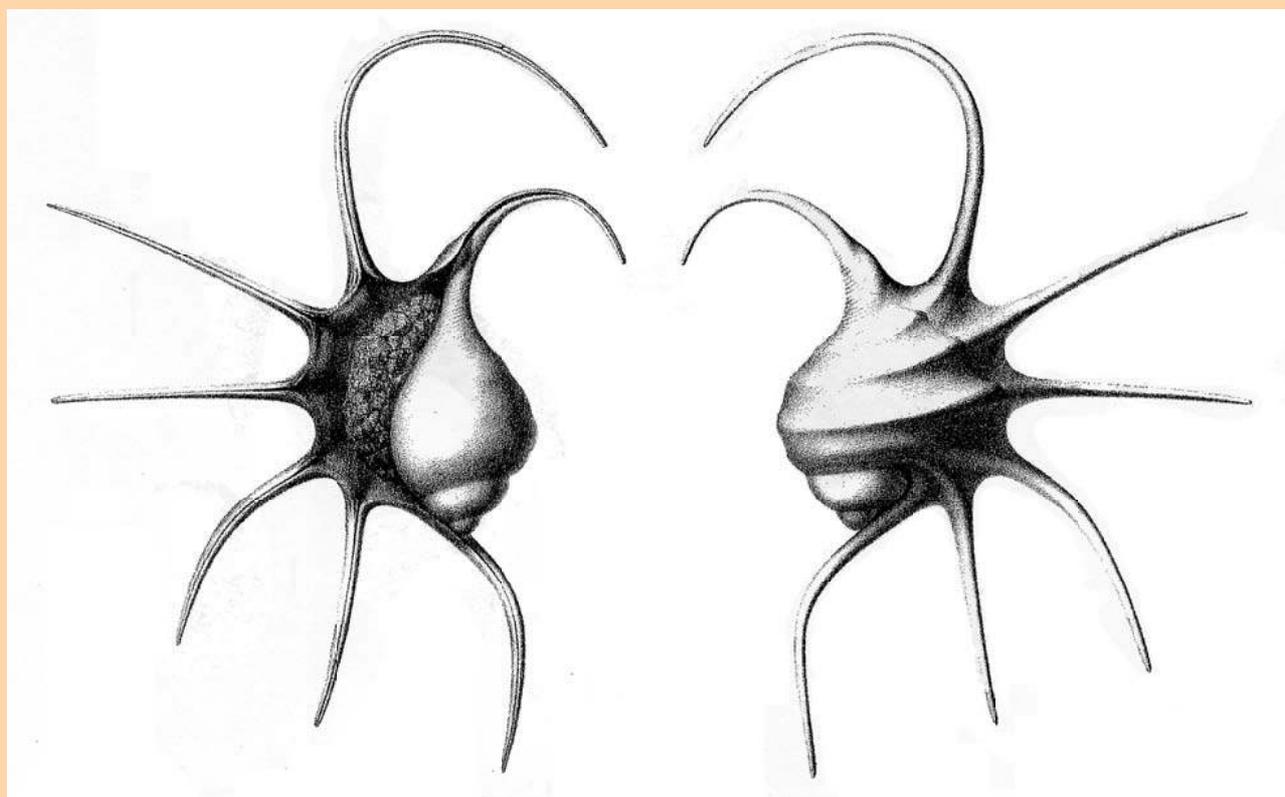


Production carbonatée dans le Jurassique de Lorraine

20-21-22 septembre 2003

excursion

Livret de terrain



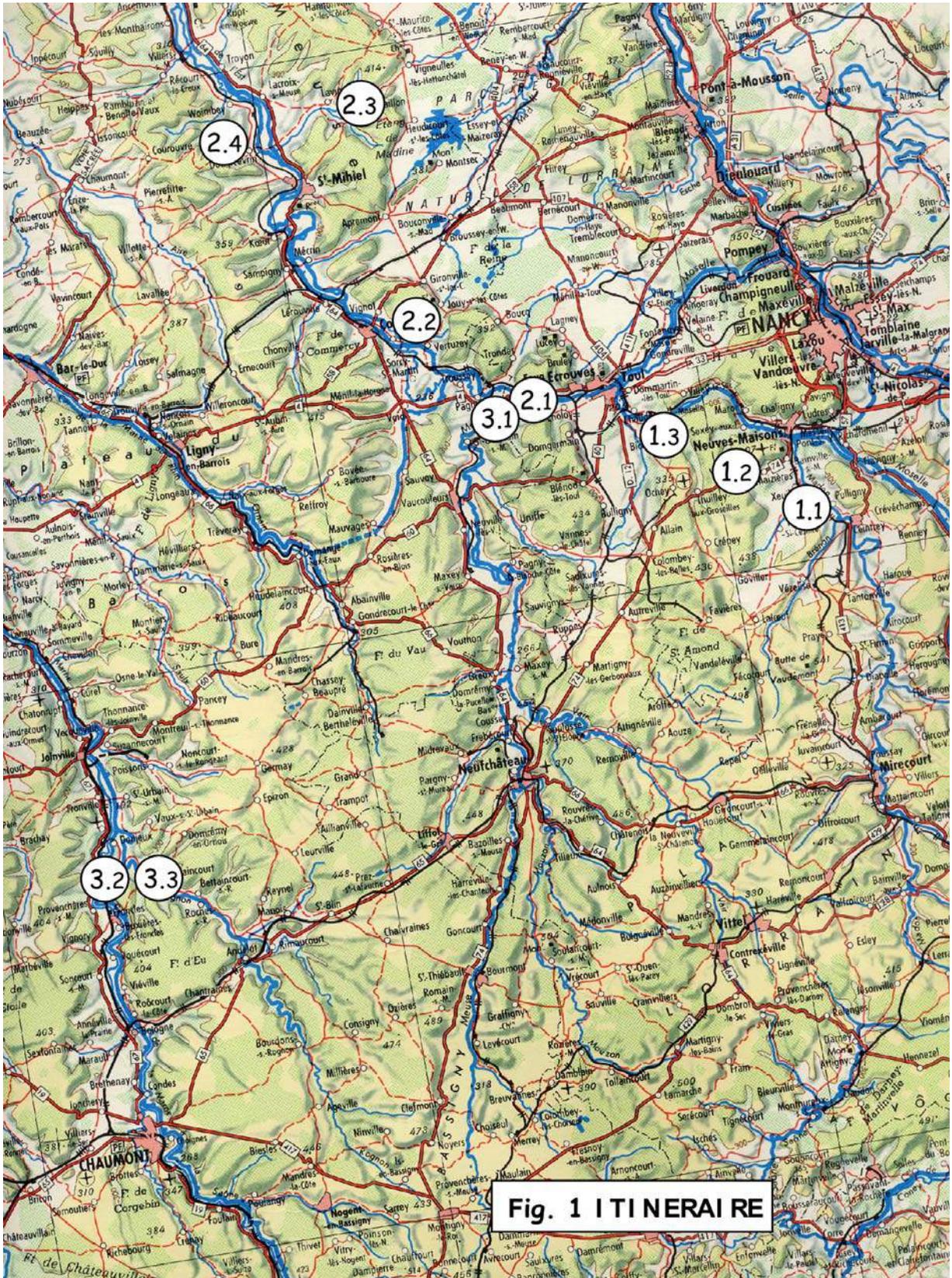
Bernard LATHUILIERE, Cédric CARPENTIER,
Grégoire ANDRE, Guy DAGALLIER, Marc DURAND,
Micheline HANZO, Vincent HUAULT,
Dominique HARMAND, Christian HIBSCH,
Jacques LE ROUX, Fabrice MALARTRE,
Bertrand MARTIN-GARIN, Laetitia NORI

Le dessin de couverture est extrait de A. Buvignier (1852) et représente « *Pterocera polypoda* »
Buvignier « Du calcaire blanc inférieur du Coral rag ; Creue »

Ceci est une édition PDF-couleur du volume initial imprimé en A5, noir et blanc, plus pratique sur le terrain.
Quelques errata ont été pris en compte par rapport à ce livret guide en version originale.

Table des matières

Itinéraire.....	p. 3
Chartes lithostratigraphiques.....	p. 4
Description des affleurements.....	p. 9
1.1 <u>Xeuilley</u> Alternances dominées-tempête dans les Calcaires à gryphées de l'Hettangien-Sinémurien.....	p. 9
1.2 <u>Viterne</u> Calcaires à entroques, Oolithe cannabine et Calcaire à polypiers, discontinuité vésulienne.	p. 22
1.3 <u>Bicqueley</u> Sédimentation tidale dans l'Oolithe miliaire supérieure.	p. 32
2.1. <u>Foug</u> l'installation de la plate-forme carbonatée oxfordienne.	p. 39
2.2. <u>Euville</u> entroquite, faciès construits, Calcaires de Creuë, filons sédimentaires.....	p. 48
2.3. <u>Dompevrin</u> levées détritiques coralliennes, faciès à nérinées, Chaetetidés et <i>Diceras</i>	p. 61
2.4 <u>Sénonville</u> discontinuités Calcaires de Creuë,	p. 71
3.1. <u>Pagny sur Meuse</u> (carrière du Revoi): Du lagon corallien à la crise de <i>Bifurcatus</i>	p. 79
3.2. <u>Gudmont-Villiers</u> : la nouvelle plate-forme carbonatée, de l'Oxfordien supérieur au Kimméridgien	p. 95
3.3. <u>Doulaincourt</u> : faciès de barrière.....	p.103



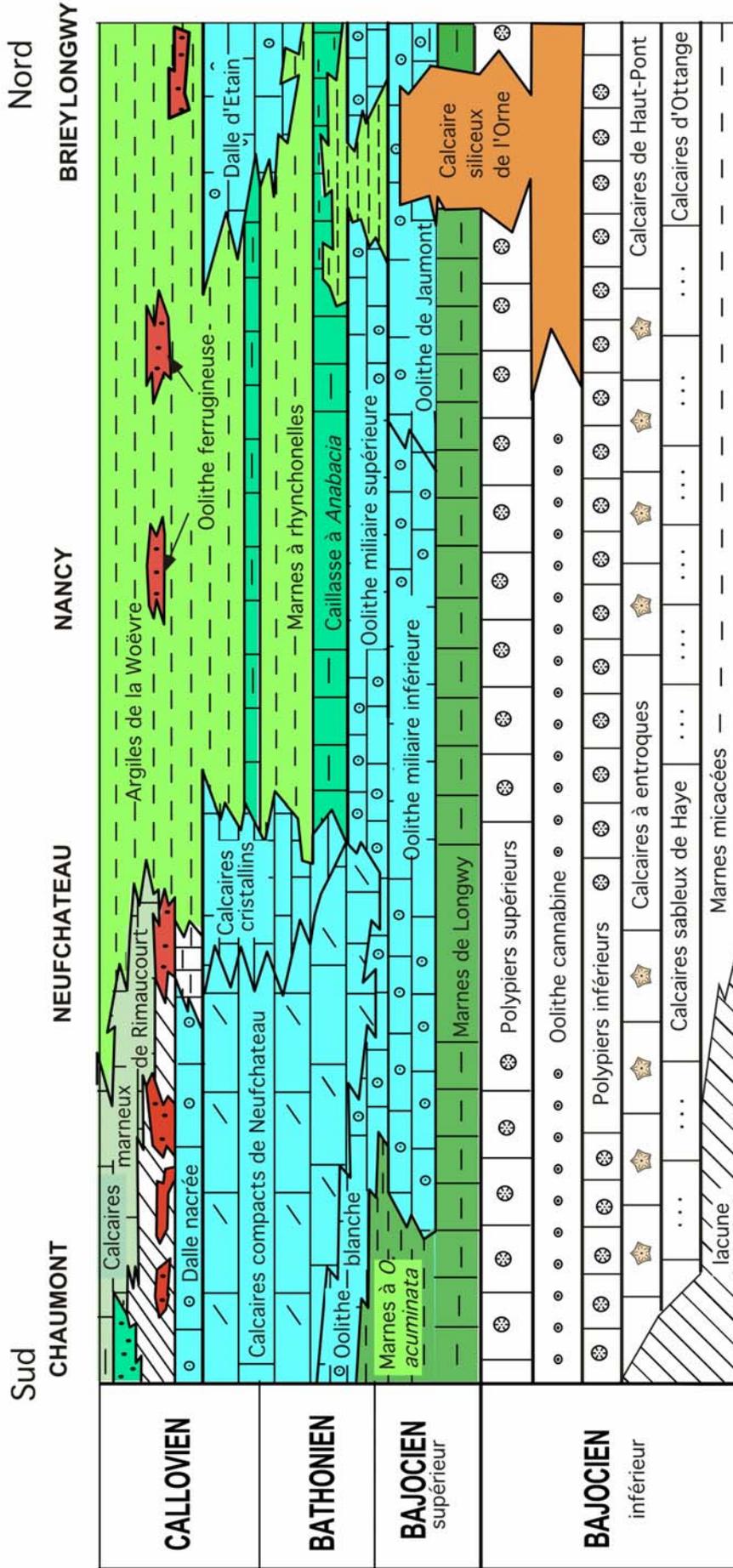
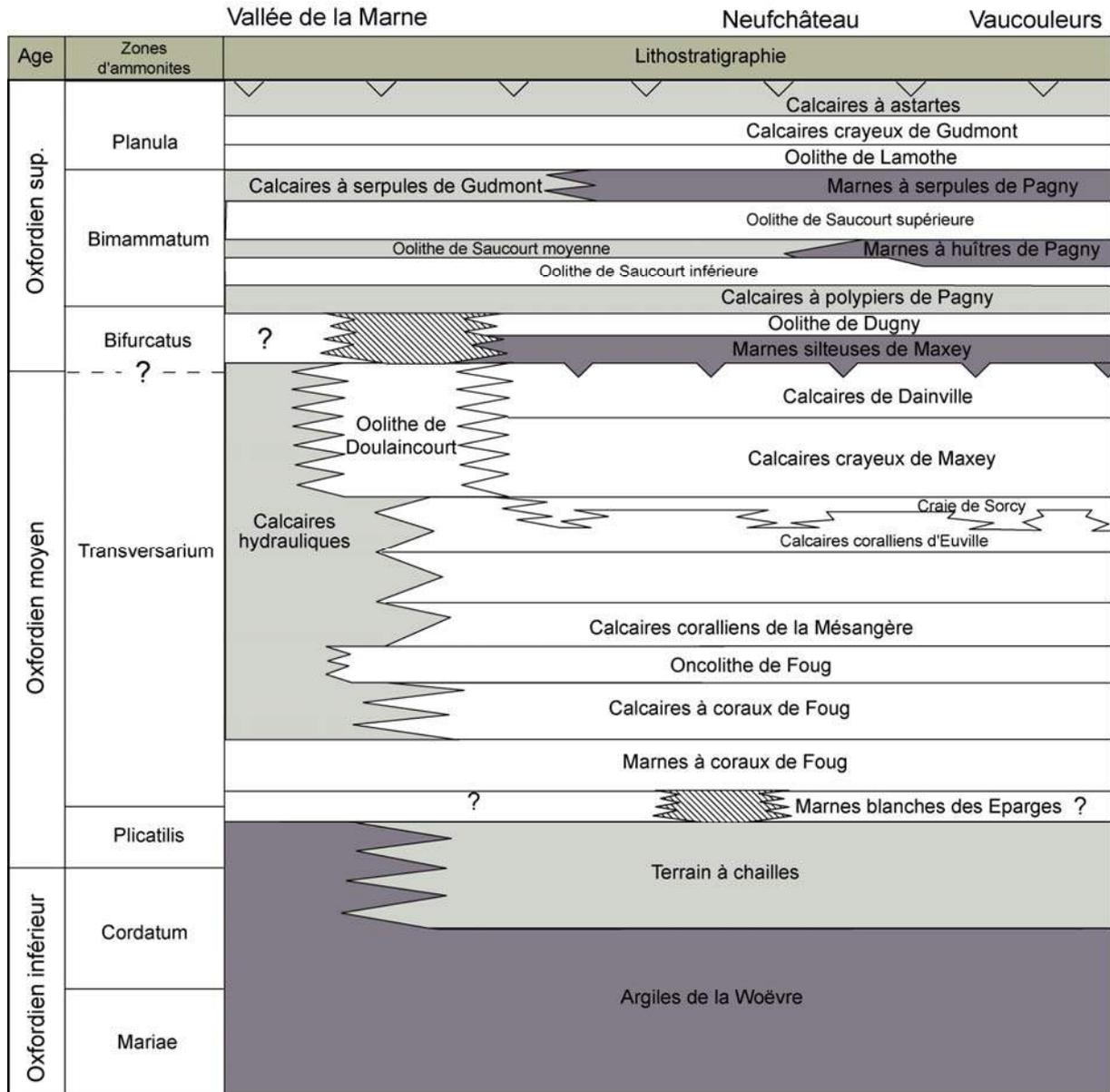


Fig.3 Charte lithostratigraphique du Dogger lorrain

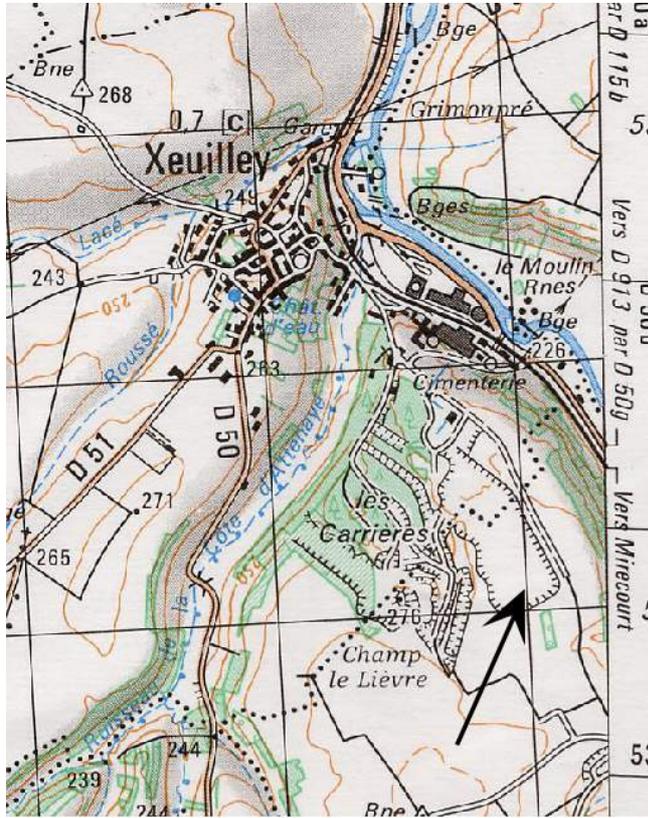


		Vaucouleurs	Foug	Verdun	
Age	Zones d'ammonites				
Oxfordien sup.	Planula	Calcaires à astartes			
		Calcaires crayeux de Gudmont			
		Oolithe de Lamothe			
	Bimammatum	Marnes à serpules de Pagny			
		Oolithe de Saucourt supérieure			
		Marnes à huîtres de Pagny			
		Oolithe de Saucourt inférieure			
	Bifurcatus	Calcaires à polypiers de Pagny			
		Oolithe de Dugny			
Marnes silteuses de Maxey					
Oxfordien moyen	?	Calcaires de Dainville			
	Transversarium	Calcaires crayeux de Maxey		Oolithe de St-Mihiel	Calcaires crayeux de Maxey
		Craie de Sorcy	Calcaires de Creuë		Calcaires de Creuë
		Calcaires coralliens d'Euville			
		Calcarénite d'Haudainville			
		Calcaires coralliens de la Mésangère			Calcaires coralliens de la Mésangère
		Oncolithe de Foug			Pierre d'Euville-Lérouville
		Calcaires à coraux de Foug			Calcaires à coraux de Foug
		Marnes à coraux de Foug		oncolithe de Senonville	
		Marnes blanches des Eparges ?			Marnes blanches des Eparges
		Plicatilis	Terrain à chailles		Oolithe ferrugineuse de Sennonville
	Oxfordien inférieur	Cordatum			
Mariae		Argiles de la Woèvre			

1^{er} jour

Arrêt 1.1 Xeulley

Localisation



1 km

coordonnées : x= 102,2
y = 877,8

accès : La carrière se situe à une vingtaine de kilomètres au Sud de Nancy, à l'Est du ruisseau d'Athenay, à environ 1 km au Sud de Xeulley.

carte géologique : Vézelize au 1/50 000

Fig. 5 Localisation de la carrière de Xeulley (d'après la carte topographique IGN 1/50000 Vézelize)

Stratigraphie

unité lithostratigraphique	étage et sous-étage	zone	sous-zone
Calcaire à gryphées	Sinémurien inférieur	Semicostatum	Sauzeanum Scipionianum Lyra
		Bucklandi	Bucklandi Rotiforme Conybeari
	Hettangien	Angulata Liasicus	
		Planorbis	Johnstoni Planorbis

Thématique

Mots clés: alternances, tempêtes, production carbonatée benthique.

Sujet: La carrière de Xeuilley, de type mixte terrigène-carbonaté, permet d'observer l'enregistrement de la transgression liasique, de la limite Trias-Lias au sommet du Sinémurien inférieur, dans un environnement d'offshore dominé par les tempêtes. Parmi les assemblages fossiles des zones infra- à circa-littorales, les gryphées, qui constituent l'élément caractéristique du benthos, démontrent comment de faibles déplacements d'équilibres dans les écosystèmes jouent sur la production carbonatée benthique à l'échelle du banc.

Cette carrière suscite également des questions intéressantes sur la signification des bancs, tant du point de vue du mode de dépôt, notamment des carbonates, que du point de vue de la durée des dépôts.

Présentation du site

La carrière, exploitée par la Société Vicat pour la fabrication du ciment, est ouverte dans le Calcaire à gryphées, formation apparemment monotone alternante de marnes et de calcaire.

Plusieurs fronts de taille permettent d'observer une coupe allant du sommet du Trias supérieur au Sinémurien inférieur, non loin du toit, soit de 205 à 199 Ma.

Références bibliographiques :

Al Khatib (1976), Gérard et Gardet (1938), Guillocheau *et al.* (2002), Hanzo *et al.* (1999), Hanzo *et al.* (2000), Laugier (1971), Maubeuge (1955), Nori et Lathuilière (1999), Nori et Lathuilière (2003).

Observations :

- Biostratigraphie (Fig.6) :

-

Les biozones sont toutes enregistrées et représentatives du Nord-Ouest européen. La base de l'Hettangien est ici particulièrement condensée. Pour la première fois, la sous-zone à Lyra est finement découpée.

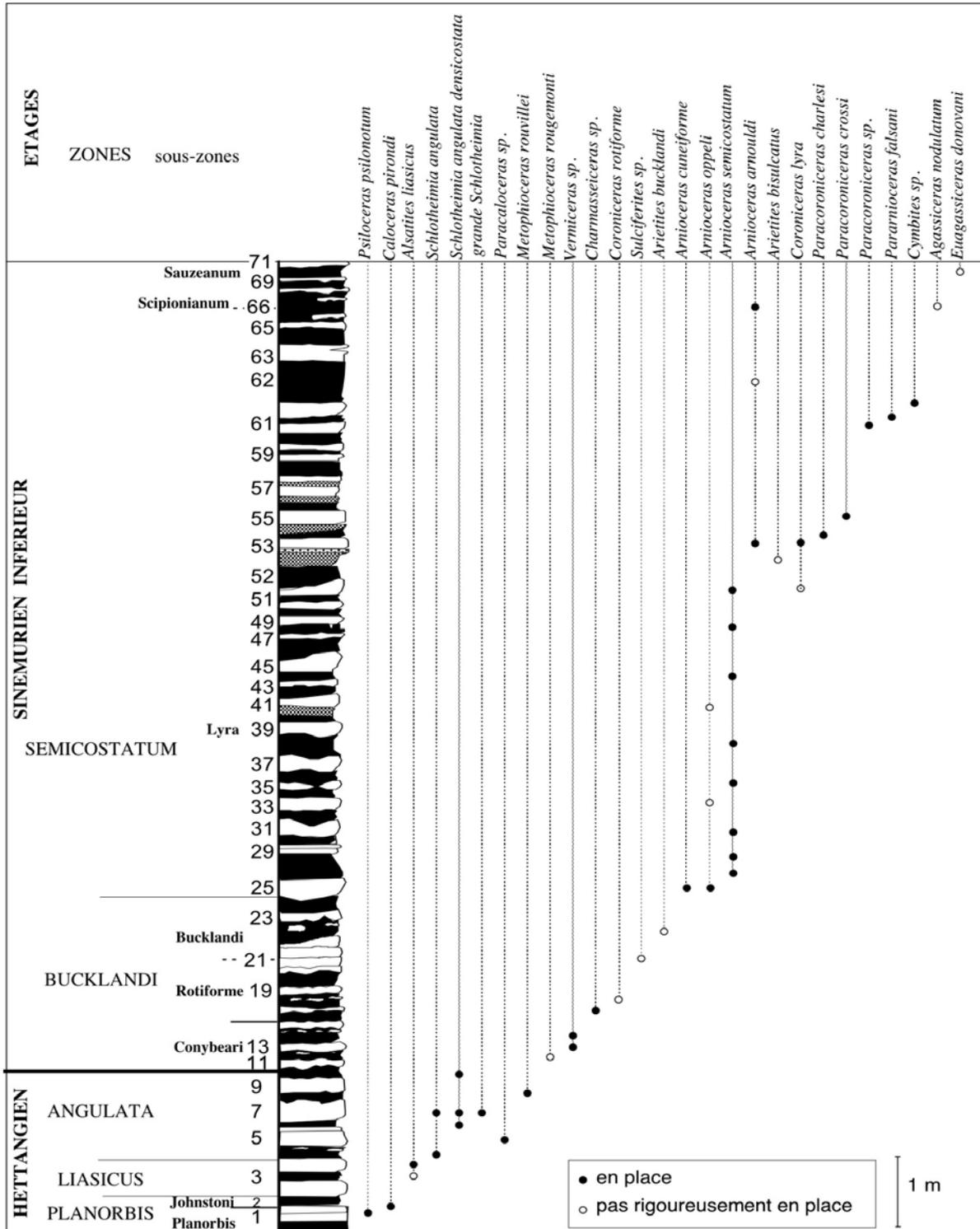


Fig.6 Biostratigraphie et ammonites à Xeuilley (d'après Hanzo *et al.* 2000)

- Paléontologie et paléoécologie (Fig.7-12):

La distribution des organismes est variable, à l'échelle de la coupe, à l'échelle du groupe de bancs et à l'échelle de l'alternance marne-calcaire. La faune benthique est très diversifiée (Fig.7). Le necton est plus limité, mais en augmentation vers le sommet de la coupe.

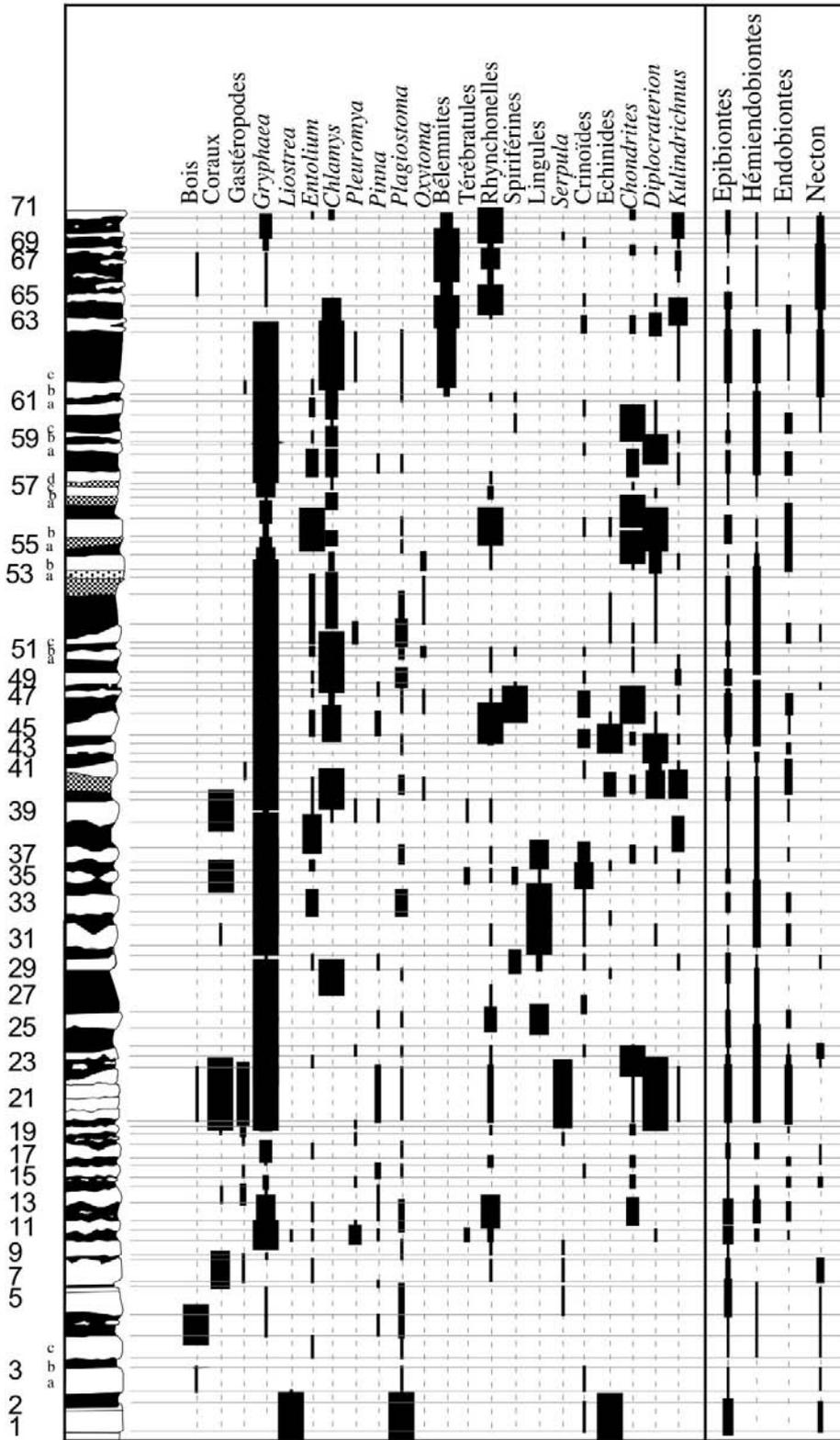


Fig.7 Distribution des macrofossiles à Xeulley (d'après Hanzo *et al.* 2000)

Inventaire macropaléontologique

Végétaux : macrorestes charbonneux de bois indéterminés

Foraminifères : *Lenticulina*, *Astacolus*, *Marginulinopsis*, *Planularia*, *Lingulina*, *Nodosaria* (avec ou sans côtes), *Dentalina*, *Ichtyolaria*, *Involutina*.

Spongiaires : spongiaire (?) indéterminé encroûtant les coquilles

Cnidaires : *Stylophyllopsis guettardi* (BLAINVILLE), *Haimeicyclus haimeii* (CHAPUIS et DEWALQUE).

Annélides : *Serpula* (*Cycloserpula*) sp., *Serpula* (*Cycloserpula*) *socialis* GOLDFUSS

Mollusques : (ammonites déterminées par S. Franiatte, voir figure 6), *Nannobelus* sp., Nautilé, *Solarium* sp., autres gastropodes indéterminables, *Gryphaea arcuata* LAMARCK, *Liostraea* sp., *Entolium* sp., *Chlamys* sp., *Plagiostoma gigantea* SOWERBY, *Plagiostoma* cf. *hermanni* VOLTZ, *Oxytoma* sp., *Pinna* sp., *Trichites* sp., *Pleuromya* sp., *Cardinia* sp.

Arthropodes : *Zapfella* sp., fragments de pinces de crabes ; Ostracodes : (détermination DONZE) *Ogmoconcha hagenowi* DREXLER, *Cytherelloidea* cf. *drexlerae* FIELD, *Lophodentina* cf. *convergens* DONZE.

Brachiopodes (détermination Y. Alméras): *Lingula metensis* TERQUEM, *Liospiriferina spirigeroides* (ROLLIER), *Liospiriferina* sp., *Callospiriferina tumida* (V. BUCH), *Spiriferina verrucosa* (ZIETEN), *Spiriferina munsteri* (DAVIDSON), *Spiriferina* sp., *Calcirhynchia calcaria* BUCKMAN, *Calcirhynchia renevieri* (ROLLIER), *Piarorhynchia juvenis* (QUENSTEDT), *Piarorhynchia* sp., *Zeilleria perforata* PIETTE, Térébratules indéterminées

Bryozoaires : *Stomatopora* ?

Echinodermes : Oursins indéterminés (plaques et radioles), *Isocrinus* sp., *Balanocrinus* sp., Ophiurides ?, *Achistrum* sp.

Vertébrés : *Acrodus* sp., *Birgeria* sp., fragments osseux indéterminés

Ichnofossiles : *Kulindrichnus langi* HALLAM, *Diplocraterion* sp., *Monocraterion* sp., *Chondrites* sp., *Thalassinoides* sp., *Arenicolites* sp., *Rhizocorallium* sp., *Ophiomorpha* (?) sp., perforations filiformes (phoronidiens ?), perforations indéterminées.

Les gryphées (Fig.8), montrent des variations significatives, réversibles, de taille et de forme. Les formes les plus petites, les plus minces et les plus larges proportionnellement à leur longueur, correspondent à des bancs plus riches en matière organique (Fig.9) et aux plus faibles valeurs de $\delta^{18}\text{O}$ et de $\delta^{13}\text{C}$ (Fig.10) ; elles ont une croissance plus lente.

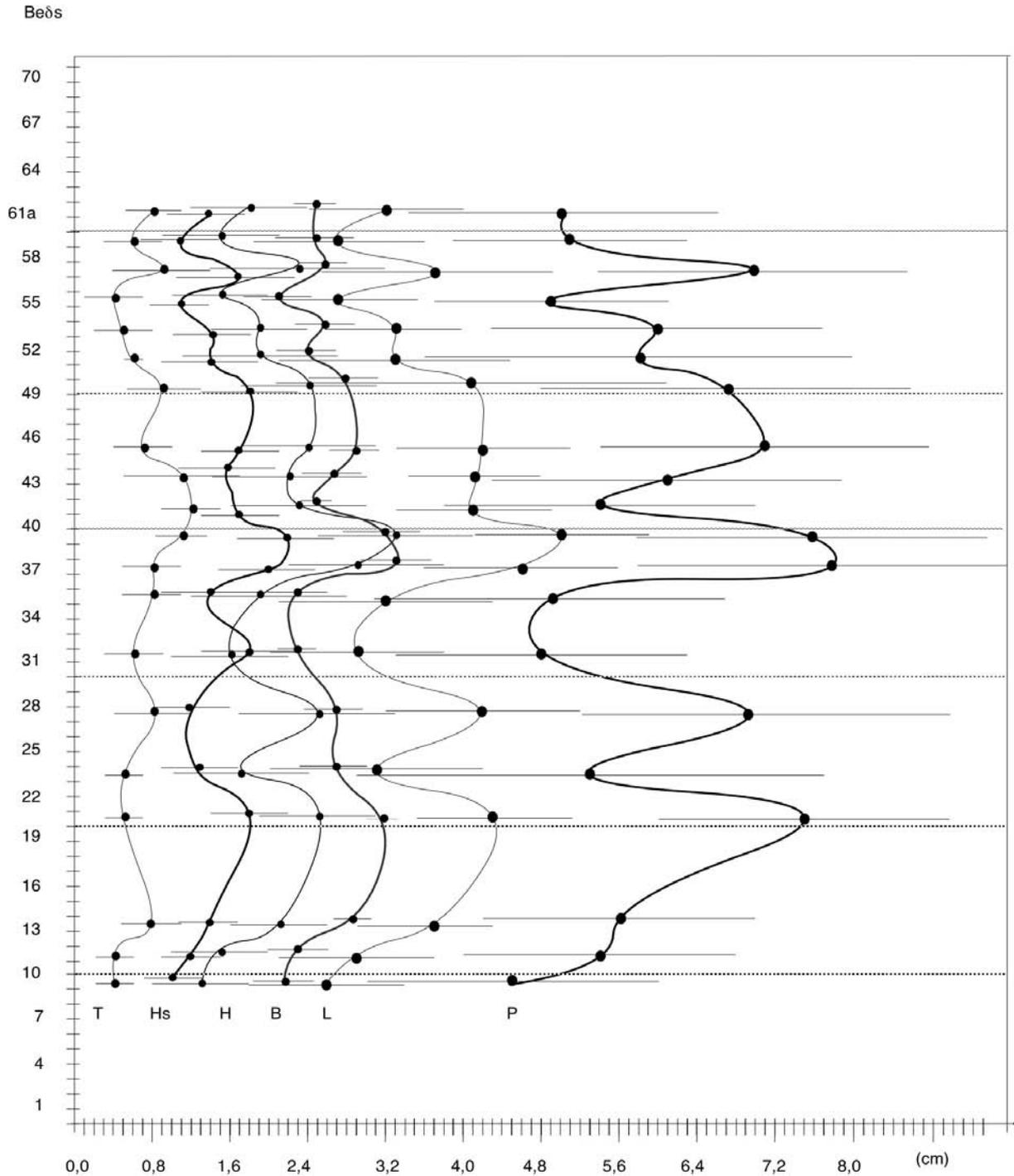


Fig.8 Evolution des paramètres morphologiques de taille en fonction des n° de bancs; T= épaisseur, Hs= hauteur de redressement, H =hauteur, B= largeur, L= longueur, P= périmètre de la cavité interne (plus de détails *in* Nori et Lathuilière, 2003)

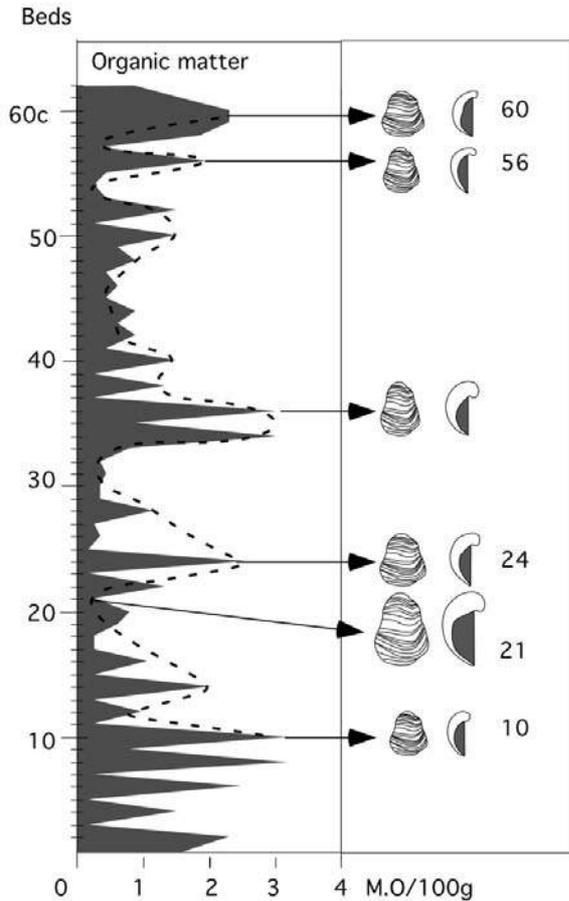


Fig.9 Correspondance entre morphologie/taille des gryphées et teneur en matière organique. (d'après Nori et Lathuilière, 2003)

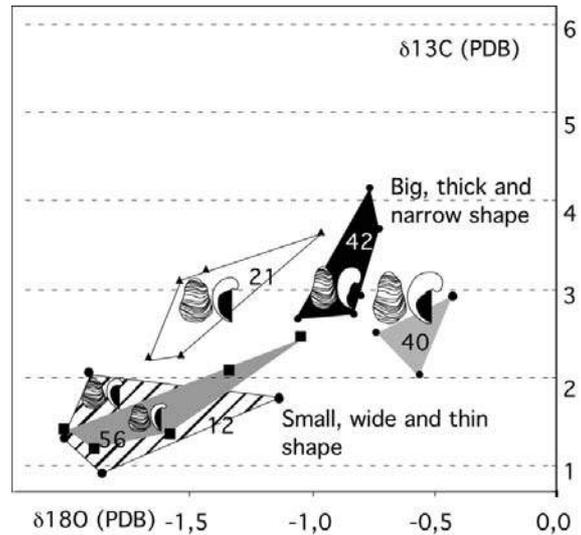


Fig.10 Analyse isotopique de différents morphotypes de *Gryphaea arcuata*. Les numéros correspondent aux numéros de bancs. (d'après Nori et Lathuilière, 2003)

Palynologie

Les 77 échantillons palynologiques prélevés du Rhétien au banc 62 ont tous livré des microfossiles, même si leur état est souvent médiocre. Parallèlement aux alternances marnes-calcaires, le faciès organique oscille entre les pôles humique (sans matière organique amorphe) et sapropélique (matière organique amorphe abondante). La seule coupure palynostratigraphique majeure est celle qui marque la limite entre le Rhétien (rars dinoflagellés du genre *Rhaetogonyaulax*) et le Lias (de 0 à 62). D'un point de vue quantitatif (Fig.11), la limite entre Rhétien et Lias est aussi marquée par un effondrement du nombre des spores (de 85 à 5 % des terrestres) au profit des *Classopollis* (qui passent de 10 à 90 % des terrestres). Les spores ne sont ensuite abondantes que dans certains échantillons calcaires (7, 23, 49 et 59). A partir du banc 23, la proportion de pollens bisaccates (aisément transportables par voie aquatique

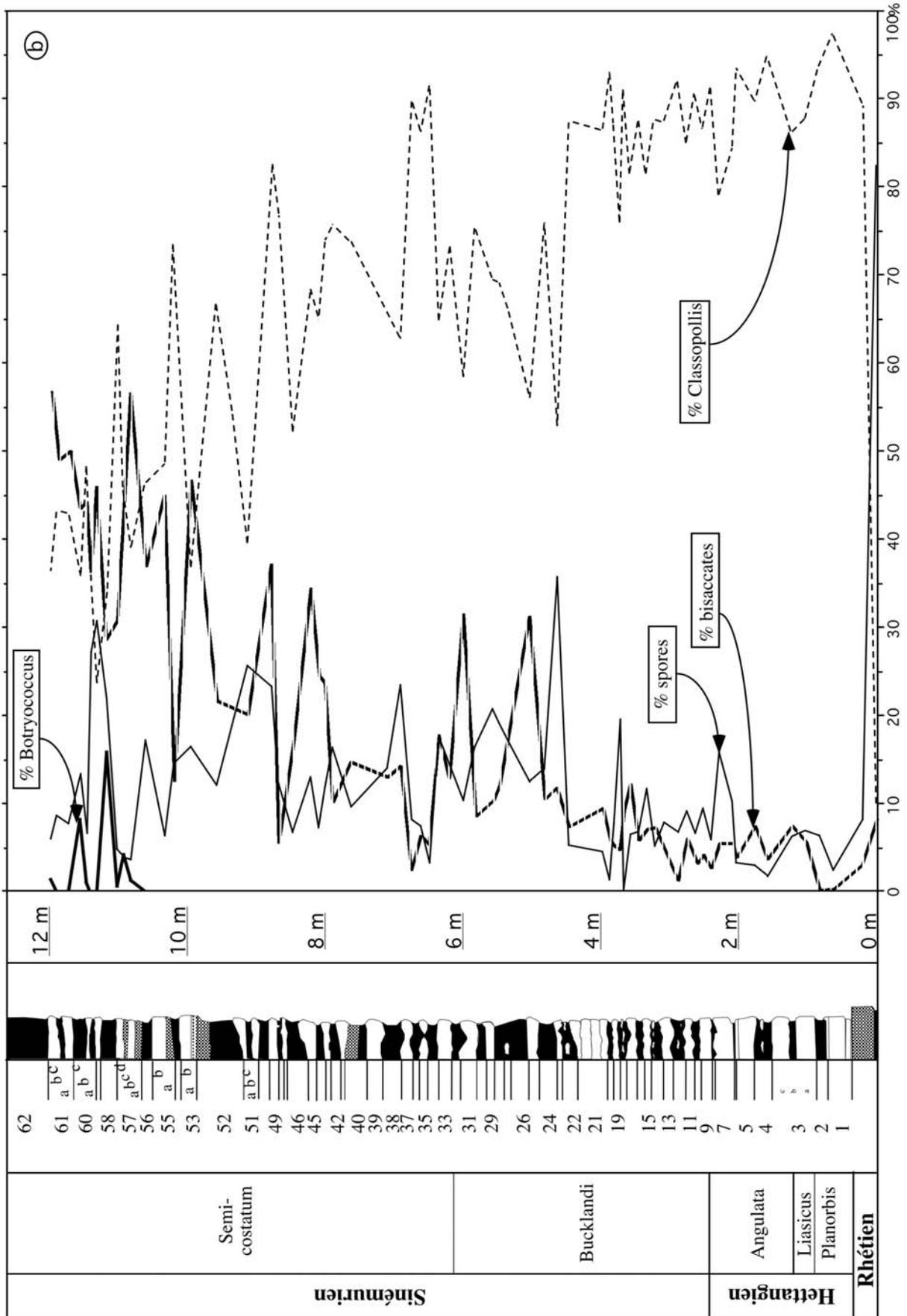


Fig.11 Distribution des palynomorphes terrestres. (d'après Hanzo *et al.* 2000)

et aérienne) augmente globalement vers le sommet de la coupe aux dépens des *Classopollis*. Les algues d'eau douce du genre *Botryococcus*, surtout présentes à partir du niveau 57, témoignent, avec les pics de spores, d'influences continentales plus marquées. Les apports marins correspondent essentiellement aux tasmanacées (deux pics remarquables dans 25 et 31) et aux acritarches (Fig.12). Ces derniers sont abondants du banc 0 jusqu'à la base du banc 7, de 36 à 47 et de 52 à 57b, mais ils sont très rares au sommet de la coupe. Les basales de foraminifères ne sont observées que jusqu'au niveau 51. Elles sont abondantes dans les bancs 7 à 23.

L'interprétation de ces données indique que le Rhétien correspond à un épisode à fortes influences continentales, dominé par les spores. Le reste de la coupe semble correspondre à un milieu marin à tendances plus ou moins restreintes avec quelques pics d'influences marines au niveau du banc 4, du banc 25, des bancs 34 à 36, 46 à 48, 52 (seul niveau où les marins dominent les terrestres) et enfin 56. Dans les autres niveaux, les apports terrestres dominent largement, notamment dans l'intervalle compris entre les bancs 4 à 24 où 14 échantillons décrivent une augmentation, suivie d'une diminution très progressive.

- Sédimentologie (Fig.13-14) :

Les types lithologiques ici représentés sont des argilites calcaires, des marnes et des calcaires argileux, en général détritiques, souvent des wackestones. Les faciès sont souvent bioturbés, plus ou moins diagénétisés en pyrite, dolomite et phosphate (Fig.13).

Le gamma Ray souligne nettement le passage Hettangien-Sinémurien (Fig.14).

Les figures sédimentaires sont soit synsédimentaires, soit diagénétiques ; les premières sont des HCS, des sillons, des gouttières d'érosion, des brioques, des dômes. Elles traduisent un hydrodynamisme de tempête.

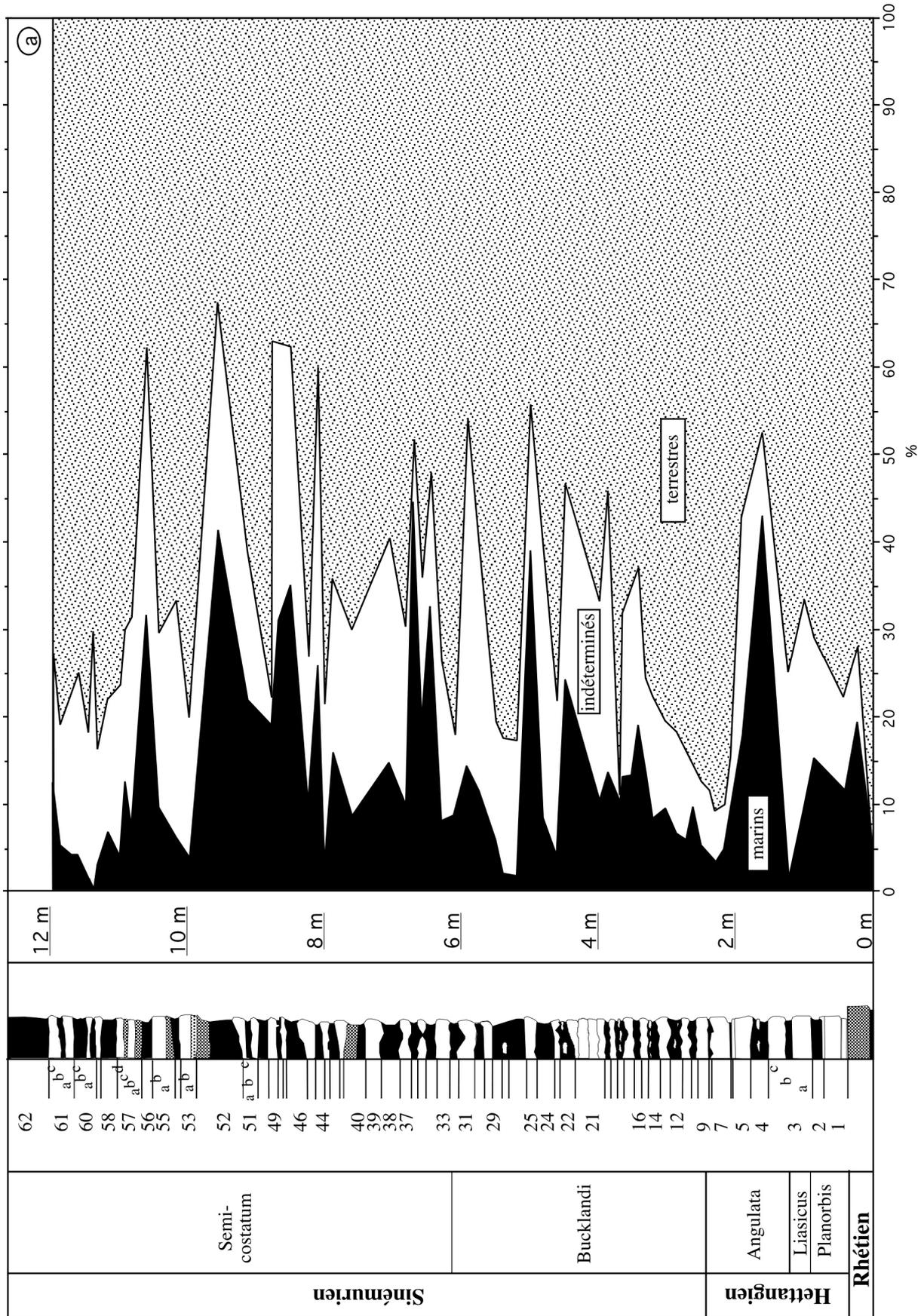


Fig.12 Distribution des palynomorphes marins et terrestres (d'après Hanzo *et al.* 2000)

Interprétation :

La faune benthique, très diversifiée (*cf.* inventaire), est celle d'un substrat plus ou moins mou, avec une eau euhaline faiblement agitée, périodiquement soumise aux variations de teneur en oxygène à l'interface eau-sédiment. L'analyse détaillée des assemblages permet de reconnaître la tendance générale transgressive.

Les gryphées, qui sont ici dans une zone assez centrale de leur aire de répartition, présentent des fluctuations de croissance que l'on peut mettre en relation avec des variations climatiques. Les gryphées à croissance lente sont caractéristiques de climats plus chauds et humides, d'eaux mésotrophiques où une partie du carbone organique échappe au recyclage biologique pour entrer dans le cycle de la fossilisation. A l'inverse, les gryphées de grande taille, plus épaisses, sont caractéristiques d'eaux un peu plus froides, moins chargées en nutriments et plus propices à la production de leur carbonate squelettique. Les températures absolues considérées comme indicatives s'étalent entre 14,3 et 21,2 °C (Nori et Lathuilière, 2003).

L'analyse paléontologique des gryphées permet d'évaluer leur production carbonatée squelettique annuelle (1,38. 10⁻⁶ m³/an). Ceci amène à penser que si, comme le considère Weedon (1986) pour les séries comparables du Dorset, les couples bancs-interbancs correspondent aux cycles de 20000 ans, les bancs calcaires correspondent très vraisemblablement à des durées de sédimentation plus courtes (raisonnement plus détaillé *in* Hanzo *et al.* 2000).

Si palynologiquement le pôle le plus marin est à la base de la zone à Angulata, le pôle le plus continental est dans cette même zone. Le contexte paléogéographique joue un rôle certain : le continent est proche au Nord et les influences téthysiennes du Sud ne sont pas sensibles ici.

Les cycles sédimentaires sont de plusieurs ordres (Fig.15), plus ou moins décryptables. Celui de 2^{ème} ordre (10 à 40 Ma) traduit une évolution globale vers l'approfondissement et l'ouverture du bassin. Ceux de 3^{ème} ordre (1 à 5 Ma), enregistrant un épisode de transgression-régression, sont bien visibles (avec maximum d'inondation dans l'Hettangien supérieur et dans la zone à Lyra) et exprimés par la teneur en carbonates (en plus de la faune et du contenu palynologique). Ceux de 4^{ème} ordre (0,1 à 1 Ma) ne sont apparents que dans la sous-zone à Lyra et dépendants du contrôle climatique global. Ceux de 5^{ème} ordre (0,02 à 0,1 Ma), à l'origine de l'alternance marno-calcaire, sont induits par des fluctuations climatiques, influant donc sur la production carbonatée.

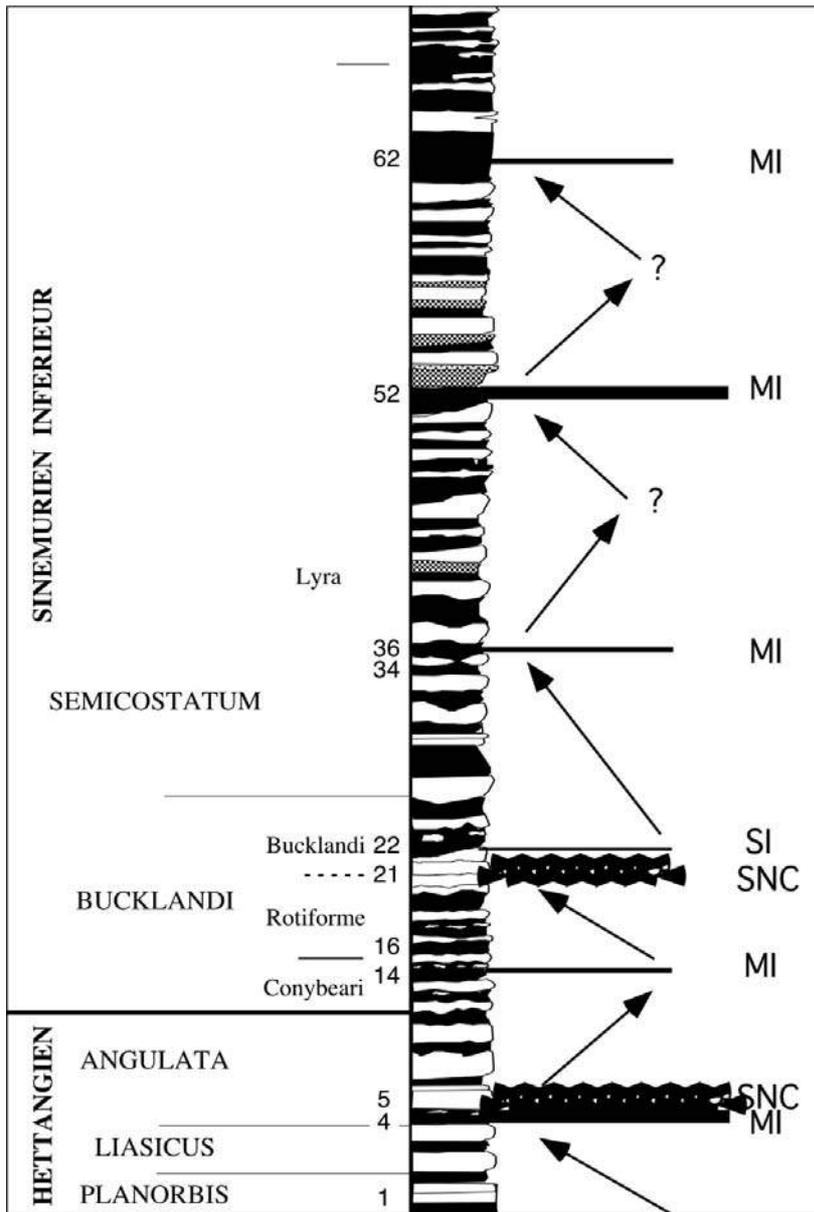
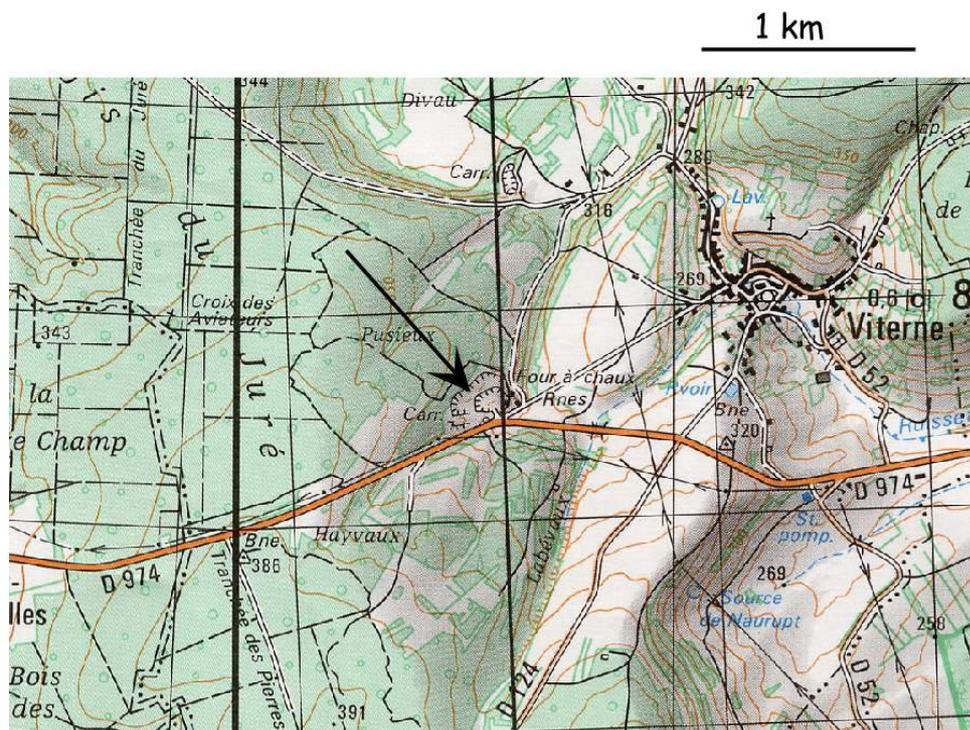


Fig.15 Proposition de découpage séquentiel (d'après Hanzo *et al.* 2000)

Arrêt 1.2 Viterne

Localisation



coordonnées :
x=871,2
y=104,6

Fig. 16 Localisation de la carrière de Viterne d'après la carte topographique IGN 1/50000 Vézélise

accès : Le village de Viterne est situé à une vingtaine de kilomètres au SW de Nancy sur la D974 qui relie Nancy à Dijon. La carrière est visible de loin sur la droite de la route quand on arrive au sommet de la cuesta. L'autorisation d'accès doit être demandée aux ciments Vicat à Xeulley. Une carrière plus récente, en activité, stratigraphiquement équivalente, existe de l'autre côté de la route (à gauche en venant de Nancy). Elle est exploitée pour les granulats par la société COGESUD.

carte géologique : Vézélise à 1/50 000

Stratigraphie

unités lithostratigraphiques	sous étage	zone	sous zone	cycles Thiry-Bastien (2002)
Marnes de Longwy	Bajocien sup	Subfurcatum		Bj5
Calcaire à polypiers supérieur	Bajocien inf	Humphriesianum	Blagdeni	Sommet de Bj4 et Bj4'
Oolithe cannabine	Bajocien inf	Humphriesianum		Base Bj4
Calcaire à polypiers inférieur	Bajocien inf	Humphriesianum	Humphriesianum	Bj3
Oolithe à <i>Clypeus angustiporus</i>	Bajocien inf			Sommet de Bj2
Calcaires à entroques	Bajocien inf			Base de Bj2

Thématique

Mots clés : entroques, coraux, oncoïdes, discontinuités, plate-forme carbonatée

Sujet: La carrière de Viterne permet d'observer l'essentiel de la série du Bajocien inférieur et le début du Bajocien supérieur. La série est typique d'une plate-forme carbonatée présentant des écosystèmes à coraux et permet d'aborder les modalités de la production carbonatée biologique pour cette période.

Présentation du site

A travers trois fronts principaux et une petite découverte, la carrière qui est en activité épisodique nous montre une grande partie du Bajocien inférieur. Les conditions actuelles d'observation ne permettent plus d'observer la moitié inférieure dans des conditions aussi bonnes qu'avant et certaines interprétations sont en partie fondées sur des observations aujourd'hui impossibles.

La base de la série du Bajocien inférieur (Fig.17) n'est pas visible dans la carrière de Viterne. En effet, la série débute ici par la formation des Calcaires à entroques. Ainsi, il manque à l'affleurement les Marnes micacées et les Calcaires sableux de Haye.

Références bibliographiques:

Durand *et al.* (1989), Geister et Lathuilière (1991), Guillocheau *et al.* (2002), Lathuilière (2000).

Calcaires à entroques

Les Calcaires à entroques se présentent sous la forme de bancs à surface ondulée le plus souvent d'épaisseur décimétrique. Ils forment la partie inférieure du premier front de taille visible dans la carrière. Ces calcaires sont principalement des grainstones à entroques accompagnés par des bioclastes variés (surtout des bivalves). La macrofaune est constituée essentiellement par les crinoïdes désarticulés, quelques fragments de *Trichites* et quelques petits pectinidés.

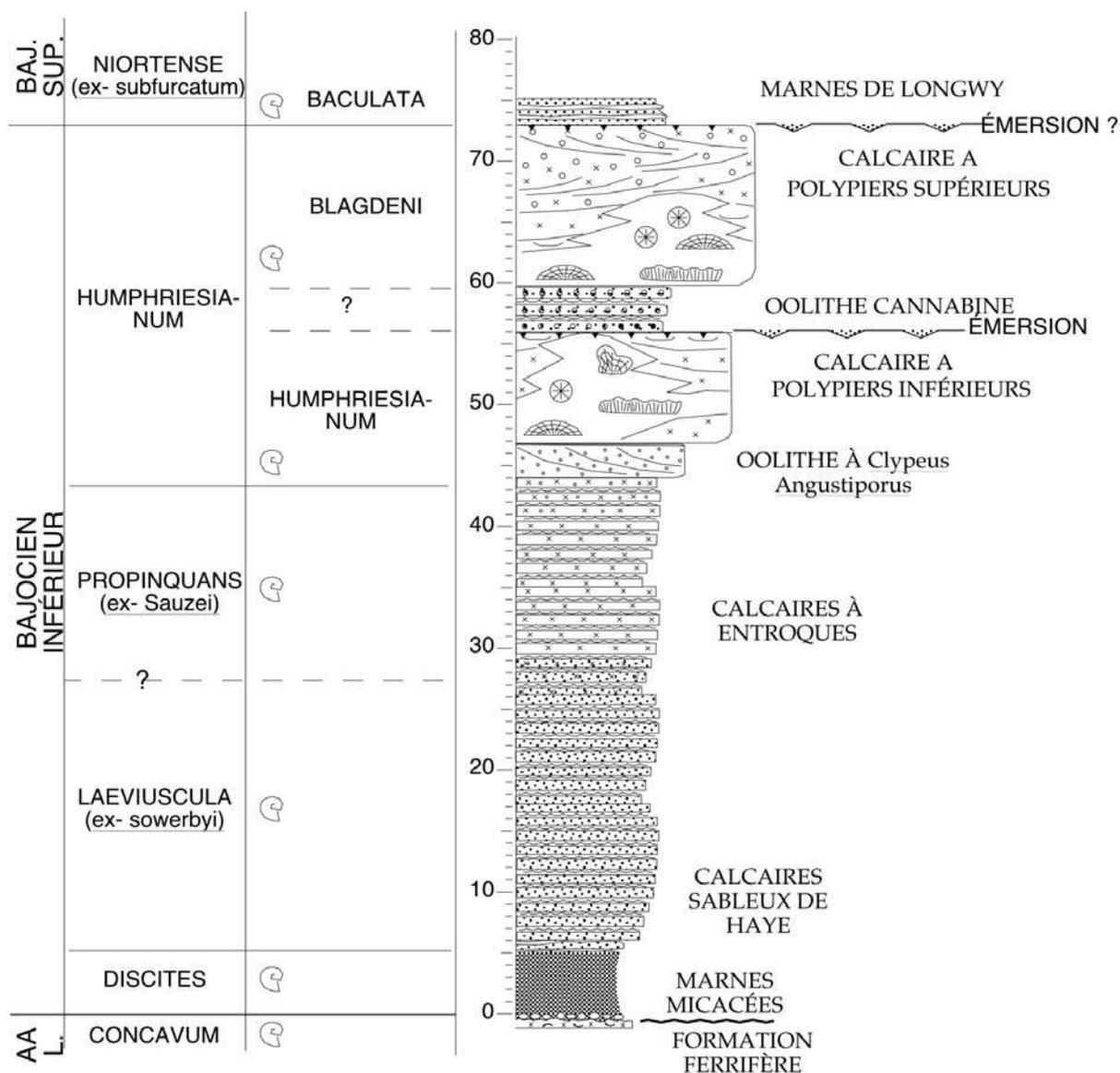


Fig. 17. Coupe synthétique du Bajocien inférieur du Sud de la Lorraine.

Les travaux routiers récents aux alentours de la carrière ont mis à jour une *Sonninia* dans les faciès de base du Calcaire à entroques.

A la base de la formation, les bancs sont nettement séparés les uns des autres par des horizons silteux souvent fortement bioturbés. Dans le haut de la série, ces horizons ont tendance à disparaître. Dans les bancs calcaires, on rencontre fréquemment des structures de type HCS variées (en accréation verticale ou latérale plutôt à la base de la série, en érosion plutôt au sommet). Les bancs peuvent aussi présenter des laminations subplanes. Le plancher présente des rides de houle symétriques. Les bases de bancs sont souvent érosives et le caractère ondulant des bancs est souligné par la présence de gouttières et de sillons d'érosion. Toutes ces informations plaident en faveur d'un environnement dominé par la houle de tempête.

Le caractère discontinu de l'enregistrement sédimentologique peut être mis en évidence au niveau de certains bancs (plutôt à la base de la série). En effet, on

constate que la surface des bancs calcaires peut être fortement bioturbée (bioturbation déformative), ce caractère étant mis en relief par la différence de couleur entre le banc (marron) et les horizons perturbés par la bioturbation (orange). Ainsi, on peut assimiler chaque banc à une ou plusieurs tempêtes (sédimentation épisodique); entre deux tempêtes, lorsque le calme revient, la sédimentation chronique reprend le dessus et la faune se réimplante (bioturbation). Au sommet de certains bancs, la bioturbation est tellement intense qu'une véritable "nodularisation" du sédiment s'opère.

Si la stratonomie évolue bien à l'échelle de l'affleurement (le taux d'amalgame des bancs augmente), l'analyse des microfaciès permet de montrer aussi un changement :

- la granulométrie diminue de la base (faciès mal trié) au sommet (meilleur tri) de la formation ;
- le passage à la formation surincombante se fait de manière progressive par une oolithisation de plus en plus intense des bioclastes.

Ainsi, l'ensemble de la formation du Calcaire à entroques matérialise une diminution du niveau marin relatif, depuis un environnement ouvert de type offshore supérieur jusqu'à un environnement de type shoreface.

Oolithe blanche ou Oolithe à *Clypeus angustiporus*

Cette formation peu épaisse apparaît nettement au sommet du Calcaire à entroques. Elle tranche par sa couleur blanche dans le premier front de taille. Cette organisation pourrait faire penser à un changement radical dans le système sédimentaire où s'installerait un système oolithique (relativement peu profond) sur un système bioclastique (plus profond) par une chute brutale du niveau marin relatif. Il n'en est rien. En effet, comme cela a été précisé dans le paragraphe précédent, on constate que la diminution de profondeur entre les Calcaires à entroques et l'Oolithe blanche est progressive, les bioclastes du calcaire à entroques ayant tendance à être de plus en plus oolithisés avant de passer à la véritable oolithe.

Les structures sédimentaires marquent aussi un changement dans le régime dynamique par rapport aux calcaires à entroques. L'influence de la houle devient de moins en moins marquée. L'oolithe présente des rides et des mégarides 3D vraisemblablement sous influence tidale. Le milieu est certainement protégé de l'influence de la houle du large.

Le sommet de l'Oolithe blanche est une surface relativement plane d'érosion. L'analyse des microfaciès révèle que des dissolutions sont présentes dans la partie terminale de la formation (surface d'émersion ?).

La macrofaune est surtout représentée par des bivalves à coquille épaisse recristallisée non identifiés et des valves cassées de *Trichites*.

Cette formation termine le cycle de diminution de profondeur, commencé dans la formation du Calcaire à entroques. On passe d'un environnement ouvert de

type shoreface (sommet du Calcaire à entroques) à un environnement plus protégé de type shoal oolithique.

Calcaire à polypiers inférieur

La suite de la série est marquée par l'installation brutale des premiers horizons à coraux, que l'on distingue nettement au sommet du premier front de taille. Les biohermes sont constitués de *boundstones* où dominant les structures *sheetstone* et *platestone*. Les constructeurs primaires sont des scléactiniaires coloniaux dont l'espèce dominante est *Isastrea bernardiana* (Fig. 18). Les autres formes lamellaires sont surtout *Thamnasteria mettensis* et *Periseris elegantula*. Quelques formes branchues plus rares sont repérables : *Cladophyllia babeana*, (constituant localement des *pillarstones* métriques), *Thecosmilia mg zolleriana* morphe *jaccardi*, et *Dendraraea dendroidea*. L'analyse morphofonctionnelle conduit à considérer ces coraux comme des formes d'éclairement et de profondeur moyens, avec une dérive bathydécroissante. De minces joints argileux parfois difficiles à suivre montrent que la construction a été interrompue par des tempêtes, les formes pionnières qui recolonisent le substrat après la tempête étant les *Thamnasteria*. Les bandes annuelles de croissance permettent d'apprécier le temps de construction : entre 2 et 4 mm de croissance verticale annuelle pour *Isastrea*. On peut donc construire un mètre de bioherme en 300 ans...

Les colonies étaient le plus souvent reliées entre elles pour former une armature rigide. Dans de très nombreux cas, la faune fixée à la face inférieure des lamelles de coraux montre que ces colonies n'étaient pas encroûtantes et qu'elles fournissaient des petits abris propices au développement d'une cryptofaune assez diversifiée (*Lithophaga* et autres perforants, *Nubecularia*, *Moorellina*). Entre les coraux, on peut trouver quelques *Chlamys*, *Plagiostoma*, *Lopha*, *Trichites*, des térébratules et des rhynchonelles (*Cymatorhynchia quadriplicata*), des échinides (*Paracidaris zschokkei* et *Caenocidaris cucumifera*) ou quelques crinoïdes du genre *Isocrinus*. Par rapport à d'autres affleurements synchrones, ces récifs présentent une faible abondance de la macrofaune des suspensivores et brouteurs. Localement des encroûtements thrombolithiques existent ; ils ne représentent pas un très gros volume et les plus volumineux sont surtout liés aux *pillarstones* à *Cladophyllia*.

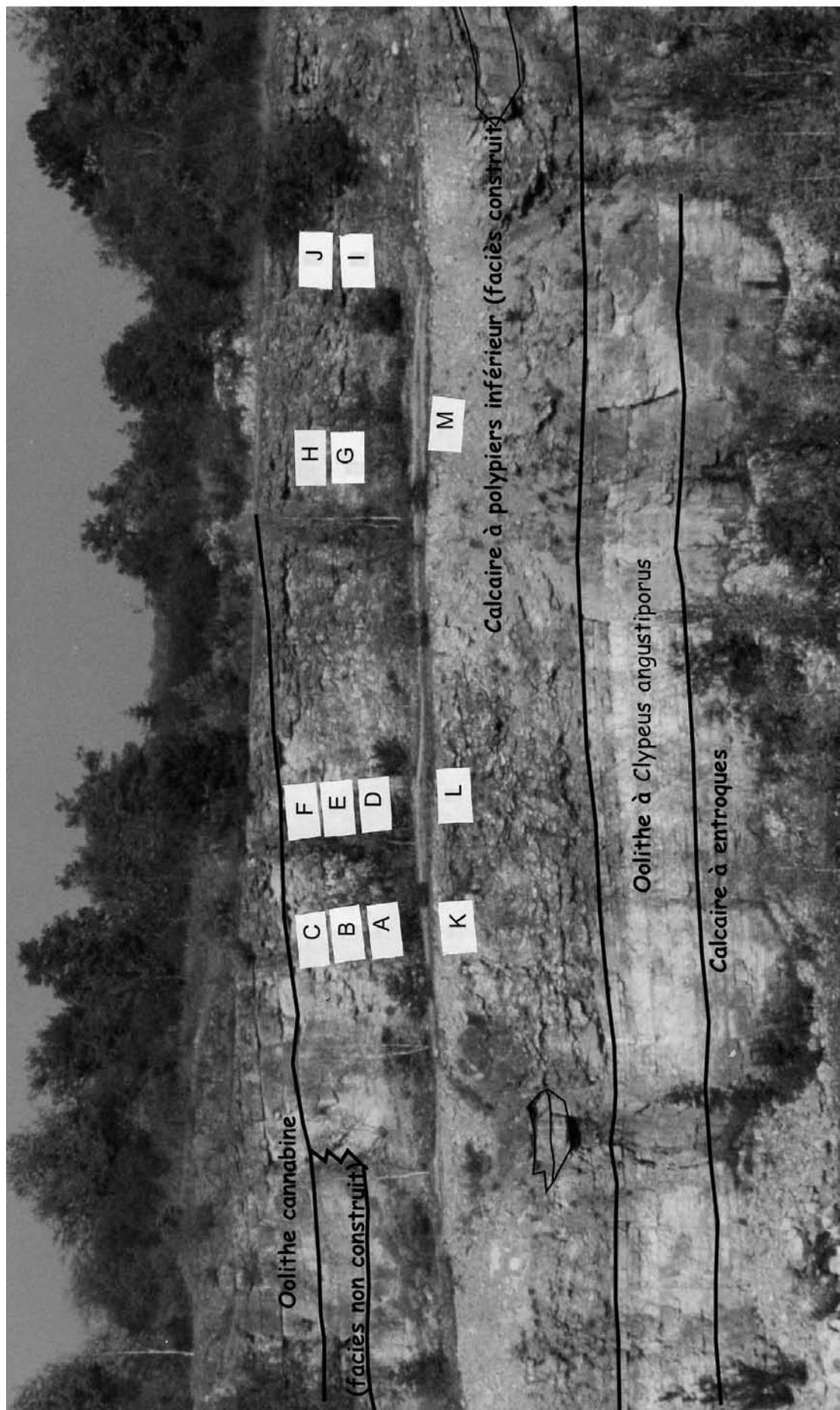
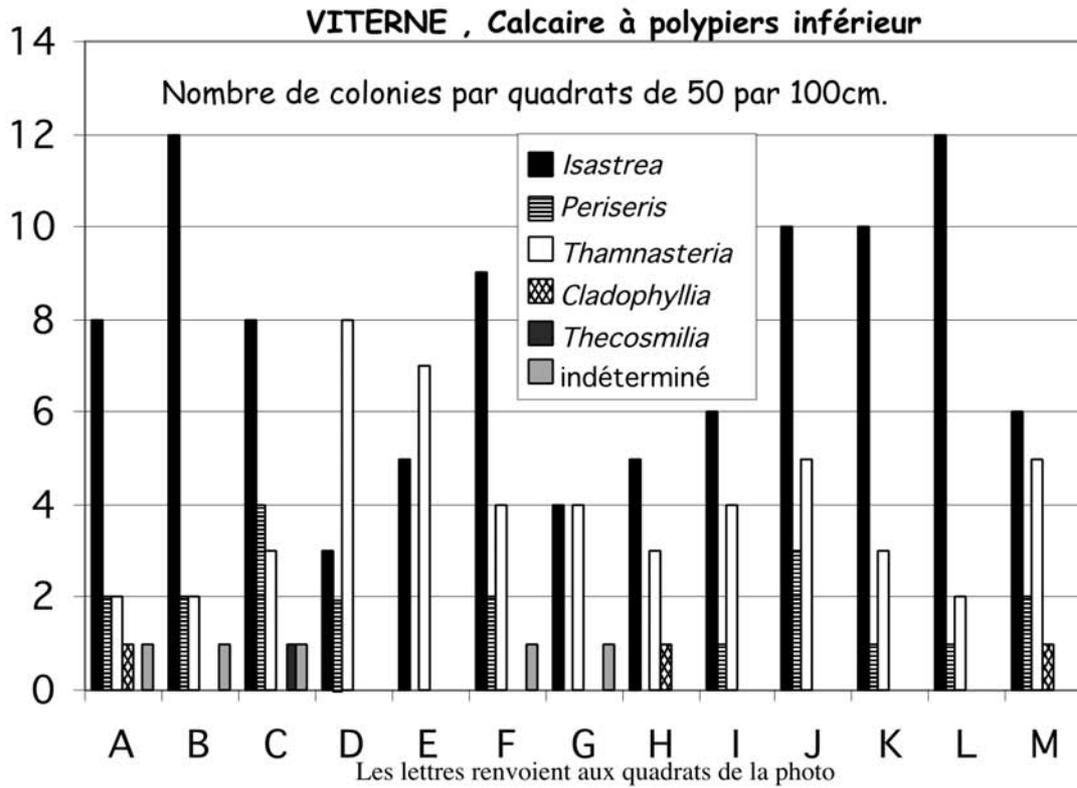
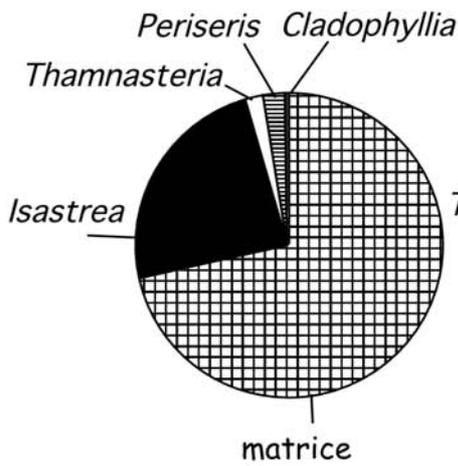


Fig. 18a. Carrière de Viterne. Bioherme côté NE, état au début des années 90, position des quadrats de comptage



Composition globale du récif en pourcentage des épaisseurs mesurées sur des transects près des quadrats ABC



Composition globale du récif en pourcentage du nombre de colonies comptées dans les quadrats

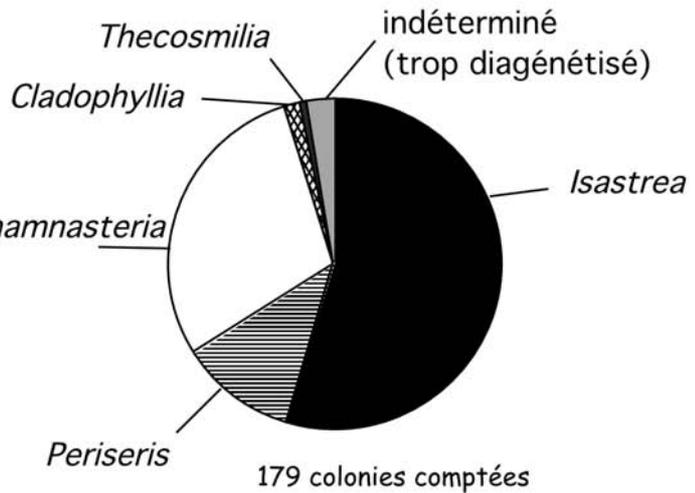


Fig 18 b Composition corallienne du bioherme illustrée en Fig.18a

Latéralement aux biohermes se développent des faciès carbonatés variés (wackestone à grainstone) à bioclastes et oolithes. Les faciès de plus haute énergie présentent souvent des stratifications obliques (développement de mégarides et de dunes 3D). On peut aussi observer des faciès plus argileux, noirs que l'on peut laver, riches en crinoïdes, serpules [*Serpula (Dorsoserpula) convoluta* Goldfuss] et en échinides (*P. zschokkei*). Plus accessoirement on récolte des brachiopodes, des petites *Lopha*, *Ctenostreon*, des spirillines et de rares gastropodes (dont *Bourguetia*), des bryozoaires, des ostracodes, des dents de poissons et des fragments de pinces de crustacés. C'est aussi latéralement aux bioconstructions qu'on peut trouver des *Clypeus*. Parmi les brachiopodes ont été déterminés *Monsardithyris* sp., de jeunes *Gigantothyris*, *Acanthothyris spinosa*, *Cymatorhynchia (Formosarhynchia) pugnacea* (dét. Y. Alméras).

Le sommet de ce premier niveau à polypiers est occupé par un horizon très particulier : le "banc à Lucines". Il s'agit d'un wackestone-packstone à bivalves et bioclastes variés. Il contient en particulier *Cavilucina bellona*, *Pseudotrapezium* sp, *Pholadomya protei*, *Modiolus* sp, *Bourguetia striata*. Ce qui fait avant tout sa particularité, c'est que ces organismes à coquille aragonitique sont le plus souvent dissous. L'analyse diagénétique menée par Thiry-Bastien (2002) sur la coupe très semblable de Maxéville a montré le passage depuis un milieu marin phréatique à un milieu vadose, puis à un milieu phréatique d'eau douce, et enfin un retour à un milieu marin. Le banc à Lucines reconnu sur plus de 200 km (Durand *et al.*, 1989), de Malancourt (Moselle) à Calmoutier (Haute-Saône) et à Dampierre (Haute-Marne) est donc scellé par une surface d'émersion.

Oolithe cannabine

Au-dessus de la surface du banc à Lucines se développe un faciès de transition avec l'Oolithe cannabine surincombante. Il s'agit de "l'horizon à *Entolium*". Il se présente sous la forme d'un banc peu épais, localement lenticulaire. Le faciès est de type grainstone et peut être très riche en valves bien conservées d'*Entolium*. Dans ce faciès, on peut déjà rencontrer des oncoïdes qui vont envahir le sédiment pour donner "l'Oolithe cannabine".

La formation est composée de bancs le plus souvent décimétriques qui évoluent d'un pôle fortement argileux à un pôle franchement carbonaté (wackestone-packstone). Le constituant majeur du lithofaciès est l'oncoïde à nubéculaires, grain cortiqué avec un nucleus (souvent un bioclaste) et un cortex en partie algaire, en partie construit par le test d'un foraminifère encroûtant (*Nubecularia reicheli*). La bioturbation peut être intense. Le dernier banc de cette formation a livré deux *Stephanoceras* (dét. C. Mangold) dans cette carrière. *Monsardithyris ventricosa* est présent (dét. Y. Alméras).

Cette unité à oncoïdes est la première du Bajocien à manifester une telle dominance de l'activité microbienne; elle sera suivie par d'autres récurrences (Marnes de Longwy, Oolithe à *Clypeus ploti*, Caillasse à *Anabacia*) qui correspondent à des perturbations de la production carbonatée récifale ou oolithique.

Calcaire à polypiers supérieur

Visibles sur le dernier front de taille de la carrière, le Calcaire à polypiers supérieur tranche nettement par rapport au Calcaire à polypiers inférieur. En effet, le faciès est d'apparence beaucoup plus massif. Les édifices coralliens sont plus épars et sont engagés dans une sédimentation à dominante oolithique et bioclastique.

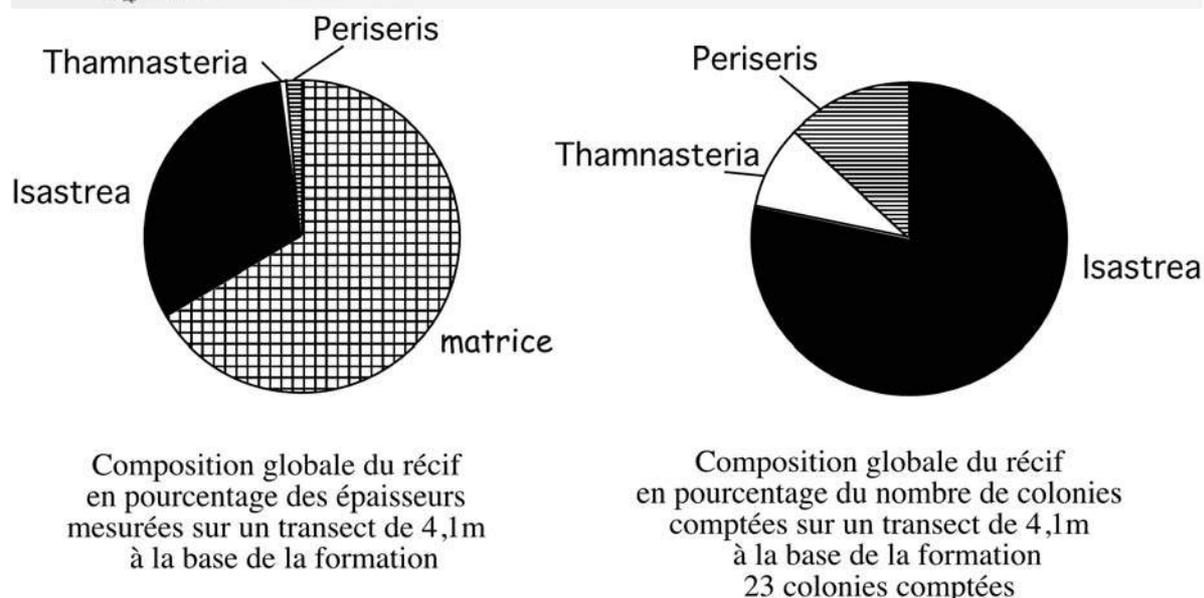
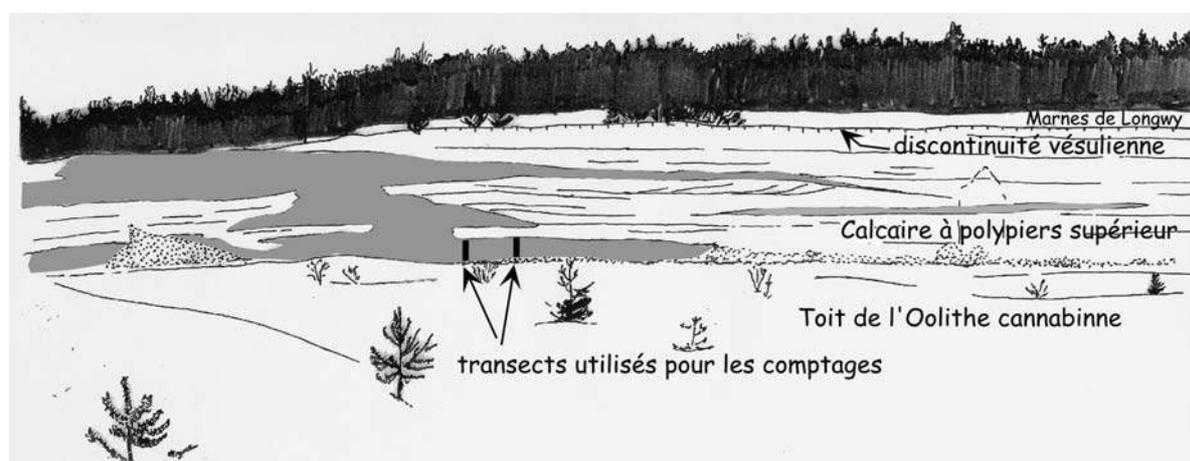


Fig. 19. Composition corallienne du bioherme du Calcaire à polypiers supérieur de Viterne.

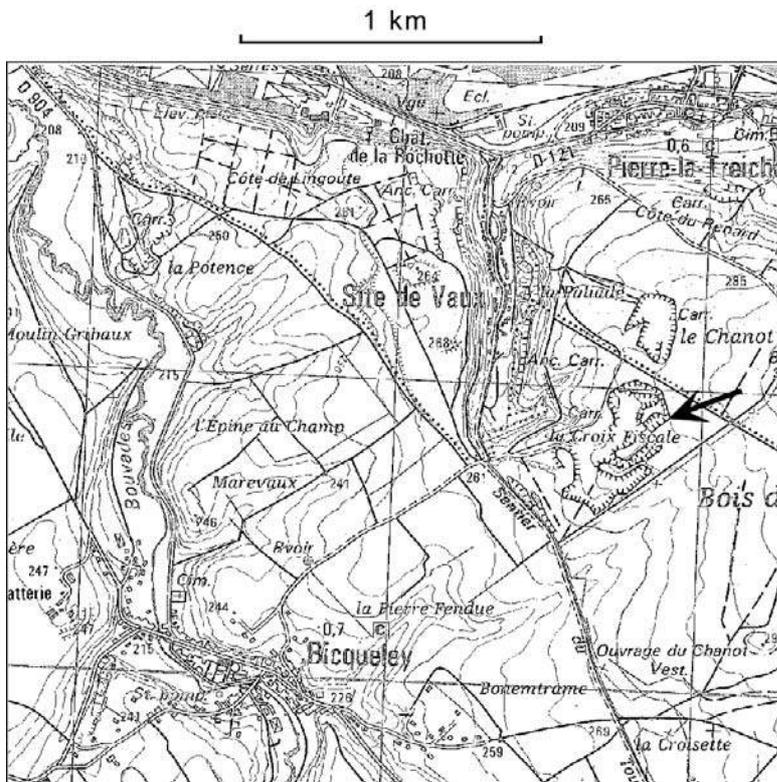
Les coraux qui participent à la construction sont encore plus largement dominés par *Isastrea bernardiana* que dans le Calcaire à Polypiers inférieur (Fig.19). Les formes et les tailles de colonies s'accordent avec une très faible profondeur et un éclairage maximal. Ces constructions peuvent être localement riches en térébratules (*Monsardithyris ventricosa*); elles contiennent également des rhynchonelles et des *Chlamys*. Le milieu de sédimentation fait penser à un vaste champ de mégarides 3D (à oolithes et bioclastes) dans lequel se développent sporadiquement des bioconstructions à coraux. Le sommet de la formation est occupé par une surface perforée et encroûtée d'huîtres, peut être émergitive (?). Elle correspond à la discontinuité vésulienne reconnue en Bourgogne (Durllet, 1996) et plus largement en Europe de l'Ouest.

Marnes de Longwy

Cette formation n'est que très peu visible au sommet du Calcaire à polypiers supérieur. Elle marque le passage au Bajocien supérieur (zone à *Subfurcatum*). Il s'agit en fait de calcaires plus ou moins argileux à bioclastes et oncoïdes. Cette formation marque un ennoyage généralisé de la plate-forme carbonatée développée durant le Bajocien inférieur.

Arrêt 1.3. Bicqueley

Localisation



coordonnées Lambert I :
 $x = 867,750$;
 $y = 1110,000$

accès : Bicqueley est situé à 5,5 km au SSE de Toul, sur la D904 (direction Vézelize). Dans le village tourner à gauche, puis continuer sur le chemin empierré, d'environ 1 km, qui conduit à l'entrée de l'ancienne exploitation. Le front de taille étudié, accessible à pied, en marque l'extrémité orientale.

Fig.20 Localisation de la carrière de Bicqueley (d'après la carte topographique IGN 1/25000 Toul 3315 O série bleue) carte géologique à 1/50 000 : Toul n° 229.

Stratigraphie

unité lithostratigraphique	étage et sous-étage	zone	sous-zone
Caillasse à <i>Anabacia</i>	Bathonien inférieur	Zigzag	Convergents à Laeviplex
Oolithe miliaire supérieure	Bajocien supérieur	Parkinsoni	Densicosta à Bomfordi ?

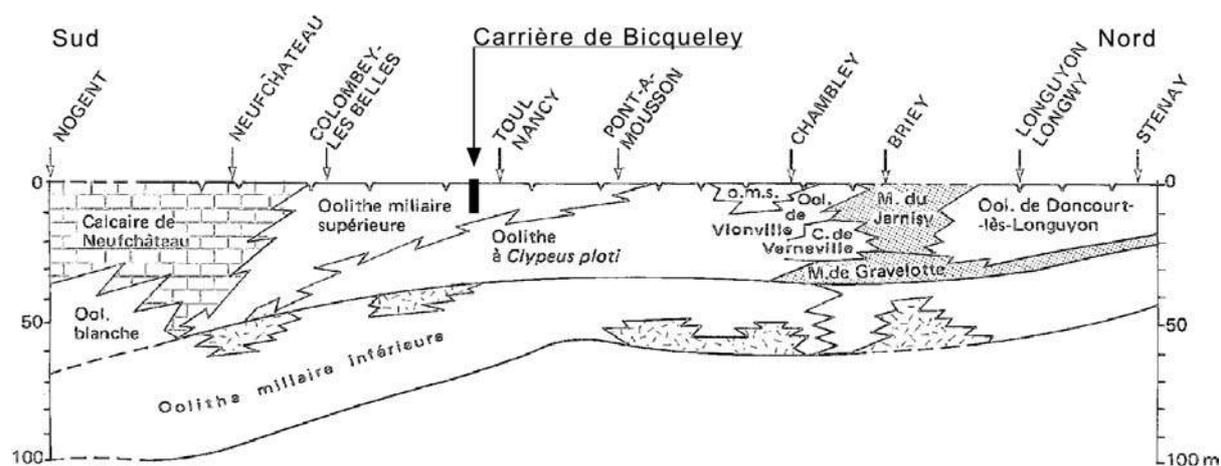


Fig. 21 Lithostratigraphie du Bajocien supérieur de Lorraine (d'après Le Roux, 1980)

Thématique

Mots clés : sédimentation oolithique, surfaces de réactivation, dynamique tidale, fracturation précoce.

Sujet: La carrière de Bicqueley (dite aussi de Pierre-la Treiche) permet d'étudier la dynamique de dépôt des sables oolithiques sur la plate-forme du Bajocien supérieur et les modalités de passage aux premiers dépôts bathoniens, par l'intermédiaire du fond durci sommital dont l'évolution est complexe. C'est d'autre part le seul endroit en Lorraine, au moins pour l'instant, où une fracturation précoce affectant le Bajocien terminal est directement observable.

Présentation du site

La carrière est ouverte dans l'Oolithe miliaire supérieure, anciennement exploitée pour castine dans l'industrie sidérurgique. Les nombreux fronts de taille permettent une observation 3D des structures sédimentaires, mais beaucoup sont restés inaccessibles après la tempête de 1999. Le fond durci sommital et la base de la Caillasse à *Anabacia* n'affleurent que localement, en découverte, dans d'assez mauvaises conditions.

Références bibliographiques :

Castaing et Geisler (1972), Durand *et al.* (1989), Flageollet *et al.* (1985), Geister et Lathuilière (1991), Ledit (1985), Le Roux (1980), Mangold *et al.* (1994), Steiner (1980).

La sédimentation oolithique:

- Structures

Les roches anciennement exploitées sont des calcarénites oolithiques, de type *grainstone* pouvant passer localement à *packstone*. Il existe au moins deux types d'oolites : les plus petites sont blanches et bien sphériques, les autres sont beiges et souvent plus irrégulières ; les bioclastes sont assez peu abondants, de taille généralement millimétrique à l'exception de petites nérinées roulées.

Les grands faisceaux à litage oblique (jusqu'à 4 m d'épaisseur) sont les structures dominantes. Le plus spectaculaire (Fig. 22a) est subdivisé en sous-faisceaux par des surfaces d'érosion bombées, moins inclinées que la stratification interne : surfaces de réactivation. Chaque strate, limitée par des joints secs généralement plans, montre une organisation interne souvent en deux parties (Fig. 22b).

Au pied (*toeset*) de certains sous-faisceaux, les *grainstones* passent parfois progressivement à des biomicrites *wackestones* à débris d'échinides, de crinoïdes, de bivalves, de bryozoaires et valves entières de rhynchonelles. Les traces d'activité biologique se réduisent à des tubulures subverticales (traces de fuite d'annélides?) et de très rares *Conichnus*. Des polypiers circum-rotatifs, de quelques centimètres de diamètre, sont localisés dans les niveaux à stratification horizontale du sommet de la formation.

- Interprétations

Toutes les observations précédentes peuvent s'intégrer dans un contexte de barrière oolithique sous-marine (*marine oolitic sand belt* ou *linear sand ridge*) présentant d'assez bonnes analogies avec les exemples actuels de la plate-forme bahamienne (Fig. 23).

La structure du grand faisceau oblique représenté figure 22 évoque celle d'un lobe d'épandage en direction de la mer ouverte (*ebb spillover lobe*). L'analyse des strates élémentaires permet de démontrer leur origine tidale (Fig. 22c) ; elles peuvent être assimilées aux *bundles* subtidaux des milieux silicoclastiques. Ceci permet d'évaluer la durée de mise en place de l'unité de progradation étudiée à moins de 2 mois. Quant aux surfaces de réactivation, elles ne traduiraient que l'arrivée de formes mineures (dunes) surimposées (Fig. 24).

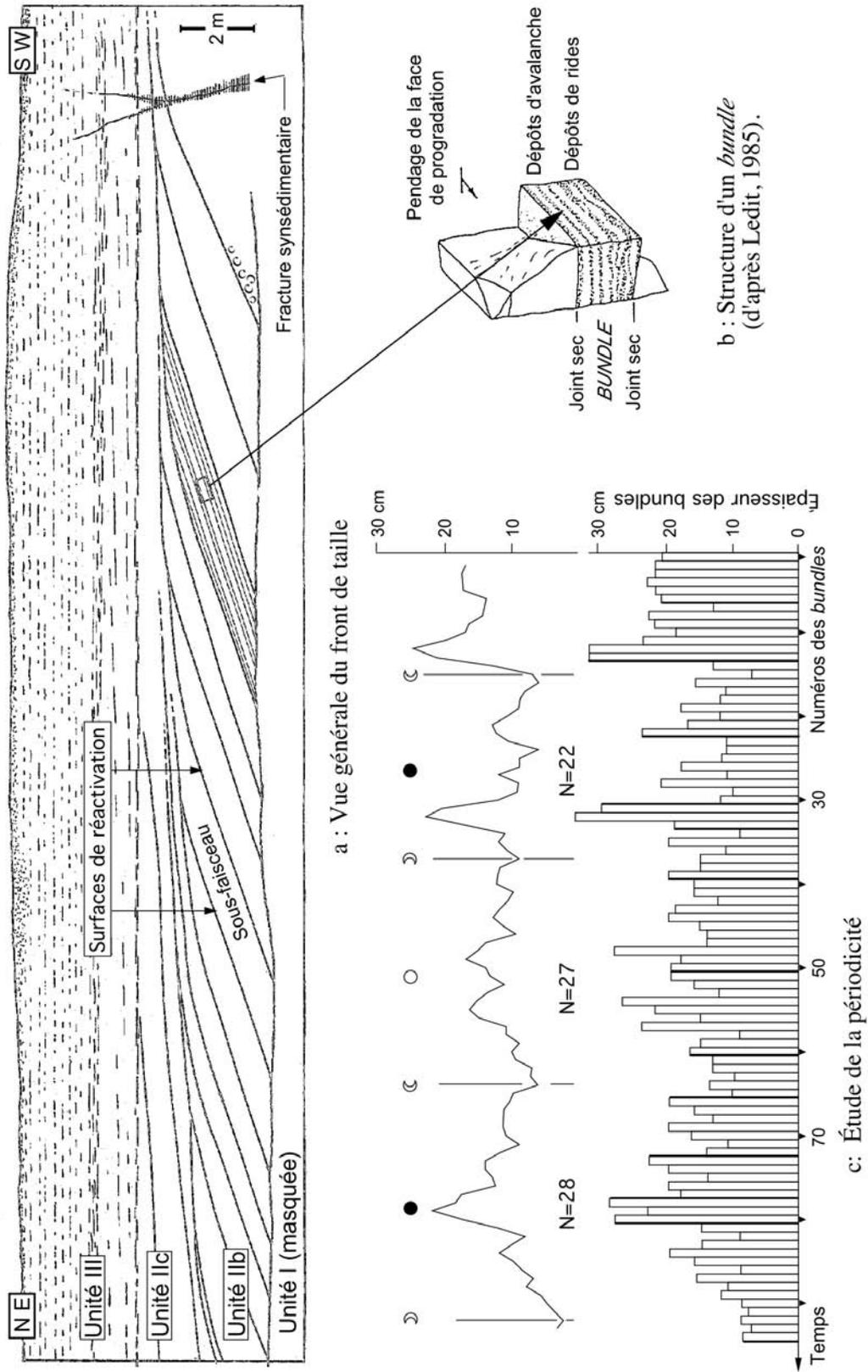


Fig. 22 - Grands faisceaux à litage oblique dans les oosparites de la carrière de Bicqueley (d'après Durand *et al.*, 1989).

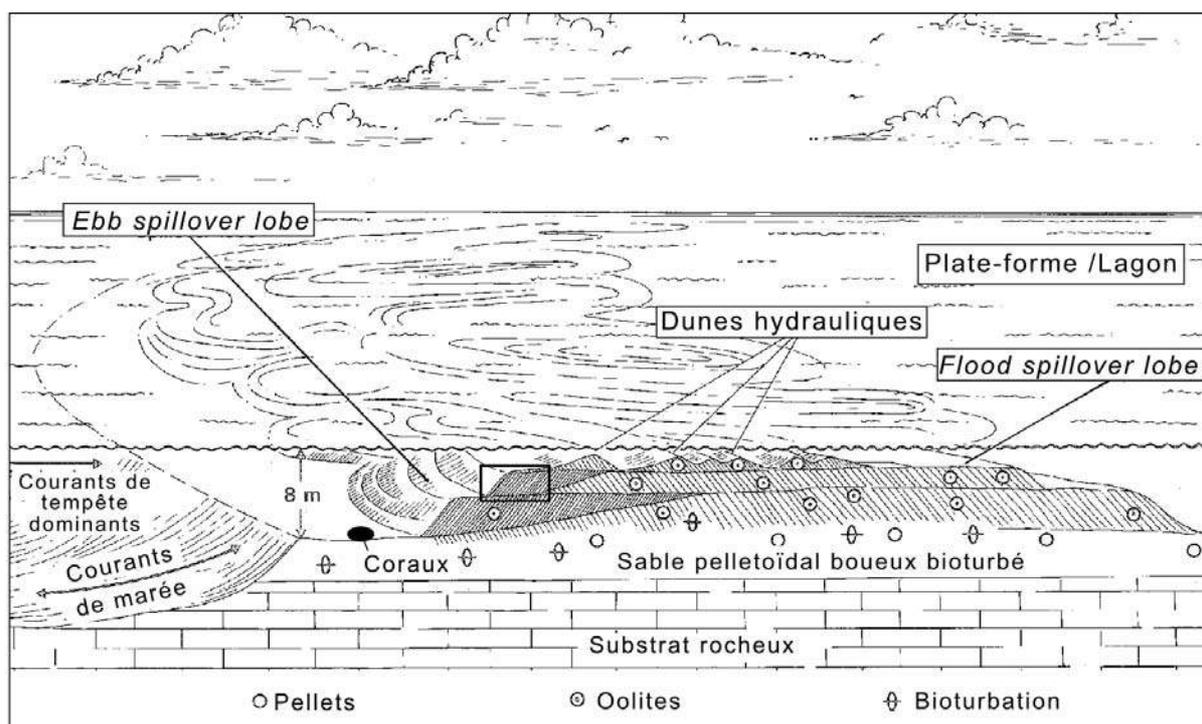


Fig. 23 - Modèle de barrière oolithique sous-marine de type "Bahamas", d'après les exemples de Cat Cay (Ball, 1967) et Lily Bank (Hine, 1977) ; modifié de Sellwood (1978).

Les polypiers mobiles circum-rotatifs sont aussi caractéristiques d'environnements dominés par les courants de marée. En ce sens ils sont à distinguer des coraux *automobiles* que sont les *Chomatoseris* (ex *Anabacia*) de la formation surincombante qui sont davantage contrôlés dans leur distribution par la nature du substrat que par la nature de l'hydrodynamisme (Gill et Coates 1977).

Le faciès latéral dit "à polypiers de Husson", connu à proximité (cf. Flageollet *et al.*, 1985) et caractérisé par un fond micritique et des fossiles entiers (coraux fixés massifs et branchus, brachiopodes, crinoïdes,...) correspond vraisemblablement à un large chenal de "passe" interrompant la barrière.

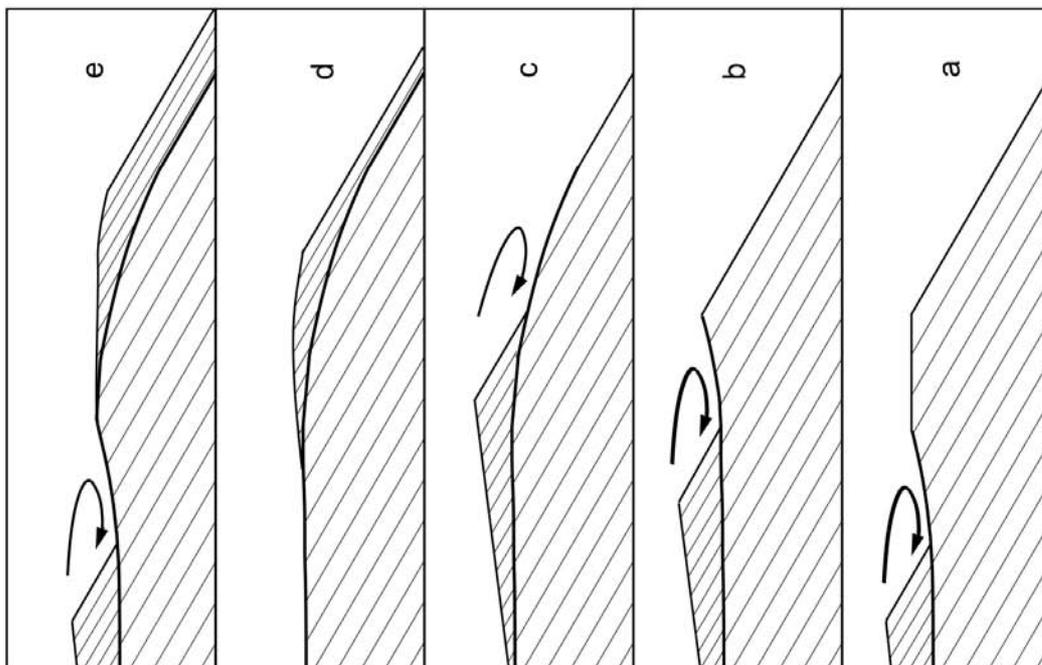


Fig. 24 - Genèse d'une surface de réactivation par migration de forme surimposée (d'après McCabe & Jones, 1977, modifié).

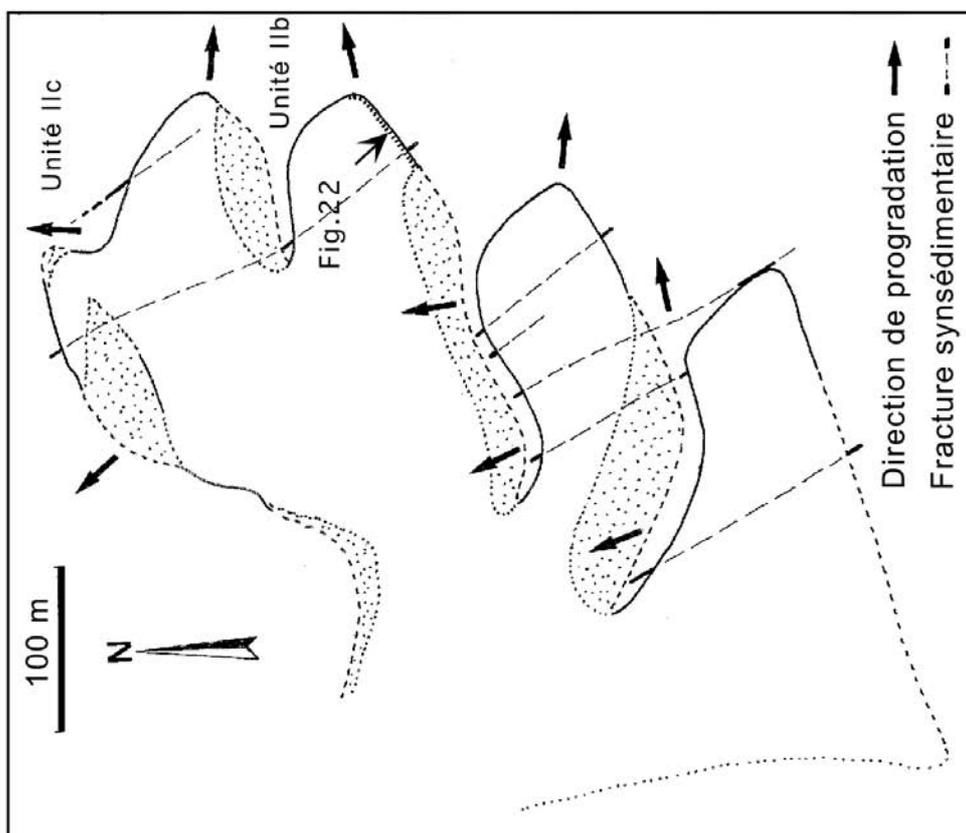


Fig. 25 - Plan de la carrière de Bicqueley (d'après Ledit, 1985, modifié).

La fracturation précoce:

Une famille particulière de joints subverticaux N140-150°E (Fig. 25), parallèles au petit fossé tectonique de Bicqueley situé quelques centaines de mètres à l'Ouest, semble ne pas affecter la Caillasse à *Anabacia*. Ces joints, bien que très minces, se repèrent de loin sur les fronts de taille grâce à l'imprégnation limonitique qui affecte l'encaissant, jusqu'à 30 cm des épontes, au niveau d'une mince frange micritisée tortueuse. Ils présentent d'autre part un tracé irrégulier, s'effilochant au sein du fond durci sommital.

La chronologie suivante a pu être établie :

- Fissuration qui le plus souvent contourne ou décortique les oolites.
- Remplissage gravitaire des méats par une boue micritique.
- Dolomitisation (dolomite ferrifère) de la boue micritique.
- Poursuite de l'ouverture au cours de la compaction, avec précipitation continue de sparite d'abord ferrifère (par eau de formation), puis non ferrifère (influence d'eau météorique ?).
- Enfin, la mise à l'affleurement entraîne calcitisation et dissolution partielle de la dolomite, avec libération et oxydation du fer.

Il faut remarquer qu'une chronologie très comparable caractérise également les remplissages de terriers du niveau sommital.

2ème jour

Arrêt 2.1 Foug

Localisation

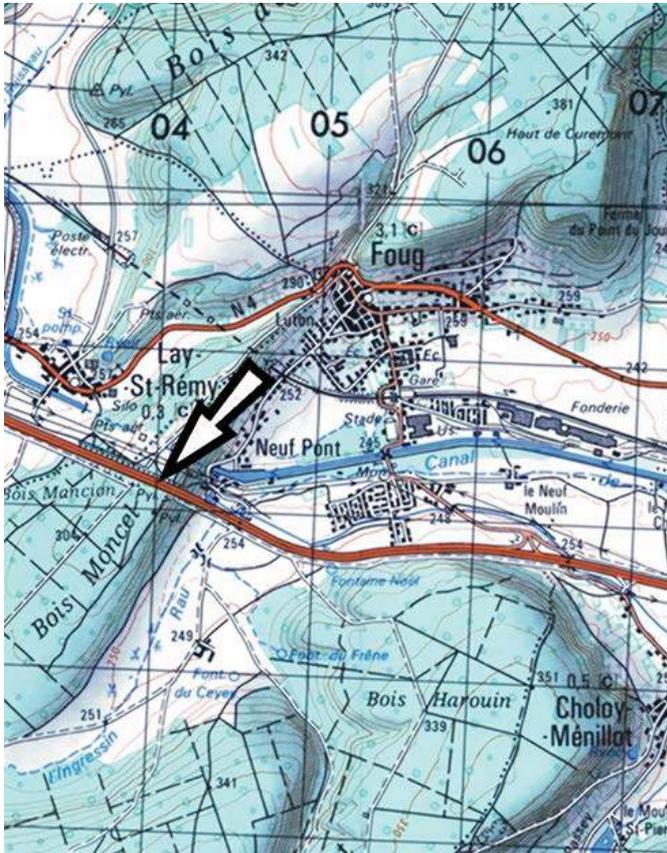


Fig.26 Tranchée routière de Foug (d'après la carte IGN 1/50 000 Toul 3315 série orange)

coordonnées : $x = 852,5$ et $y = 1113,7$ à $1114,2$

accès : L'affleurement est au bord de la RN4 entre les bourgs de Foug et de Lay-St-Remy. On peut accéder à la partie haute du front de taille à partir du village de Foug, en rejoignant l'endroit où le canal traverse la colline en souterrain. A partir de là, un petit chemin de terre monte à travers bois jusque vers l'affleurement.

carte géologique : Toul XXXII-15 au 1/50 000

Stratigraphie

unité lithostratigraphique	étage et sous-étage	zone
Oncolithe de Foug	Oxfordien moy.	Plicatilis et/ou Transversarium
Calcaires à coraux de Foug	Oxfordien moy.	Plicatilis et/ou Transversarium
Marnes à coraux de Foug	Oxfordien moy.	Plicatilis et/ou Transversarium
Marnes blanches des Eparges ?	Oxfordien moy.	Plicatilis
Terrain à Chailles	Oxfordien inf./moy.	Cordatum à Plicatilis

Thématique

Mots clés: alternances, tempêtes, installation récifale, coraux pennulaires.

Sujet: La tranchée de Foug permet d'observer la mise en place du complexe récifal oxfordien, depuis le Terrain à chailles jusqu'à la fin du premier épisode récifal. Cette mise en place de l'usine à carbonate correspond à la fois à une bathydécroissance et à un déplacement des écosystèmes vers un pôle oligotrophe.

Présentation du site

L'affleurement de Foug (Fig.27), se présente en deux paliers qui permettent d'observer sur une trentaine de mètres d'épaisseur totale, l'installation de la plate-forme récifale de Lorraine associée à l'augmentation de la production carbonatée.

Références bibliographiques :

Ben Mesbah (1985), Geister et Lathuilière (1991), Insalaco (1995), Insalaco *et al.* (1997), Laternser (2001), Lathuilière *et al.* (1994), Pellenard (2002), Poirot (1986), Poirot (1987), Vadet (1987), Vadet *et al.* (2002), Vincent (2001).

Observations :

-Terrain à Chailles

Le Terrain à Chailles est daté du sommet de la zone à Cordatum et de la base de la zone à Plicatilis. Il se présente sous la forme d'alternances marno-calcaires. La caractéristique principale permettant de distinguer cette formation est la présence de silicifications centimétriques au sein des bancs calcaires associées à la présence d'orbicules de silice sur les fossiles. Les calcaires ont une texture mudstone à wackestone devenant packstone dans la partie supérieure de la formation. La diversité des faunes benthiques, la portion silteuse et l'épaisseur des bancs carbonatés augmentent progressivement vers le sommet de la formation. Toutefois, les deux derniers mètres de la série montrent le retour d'une sédimentation plus argileuse. L'absence de surfaces de ravinement ou de structures sédimentaires liées aux tempêtes indique un environnement sous la limite inférieure d'action des vagues de tempêtes.

-Marnes blanches des Eparges

Cette formation a été définie par Buvignier en 1852, dans la région de Verdun. Dans ce secteur, le faciès correspond à des marnes blanchâtres riches en huîtres (*Nanogyra* et *Gryphaea*) et à rares ammonites. Des bancs plus carbonatés peuvent apparaître. La rare faune qu'ils contiennent est presque exclusivement constituée d'huîtres parfois silicifiées.



T.C. = Terrain à Chailles; M.E. Marnes blanches des Eparges; M.C. = Marnes à coraux de Foug; C.C. = Calcaires à coraux de Foug
O.F.=Oncolithe de Foug

Fig. 27. Vue générale de la série de Foug

Jusqu'à présent, cette formation a été décrite depuis les environs de Verdun jusque dans le secteur de Dun-sur-Meuse. Le Roux (1997) a également mentionné cette formation dans le secteur de Saint-Dizier à partir de données diagraphiques. Les Marnes des Eparges disparaissent au Sud de Verdun, même temps qu'apparaît l'Oolithe ferrugineuse au sommet du Terrain à Chailles (cf. arrêt 2.4 Senonville). A titre d'hypothèse, nous suggérons qu'à Foug l'équivalent latéral de cette formation pourrait exister au-dessus du Terrain à Chailles. En effet, un intervalle de 2 mètres d'épaisseur composé de niveaux marneux et de bancs carbonatés riches en huîtres surmonte le Terrain à Chailles. Les bancs calcaires parfois silicifiés ont une épaisseur oscillant entre 20 et 40 cm et alternent avec des niveaux de marnes silteuses dont l'épaisseur est plus importante qu'au sommet du Terrain à Chailles. La faune moins abondante qu'en dessous est riche en huîtres *Nanogyra nana* et *Gryphaea dilatata*. D'autres huîtres de l'espèce *Deltoideum delta* forment notamment un niveau repère à l'intérieur des marnes situées au sommet de l'ensemble. Ces huîtres d'épaisseur centimétrique s'empilent. Elles formaient de tout petits reliefs dont les surplombs étaient peuplés par les serpules. La bioérosion (*Gastrochaenolites*, *Entobia*, *Trypanites* et petites perforations rappelant celles des phoronidiens) est particulièrement abondante sur la face supérieure des huîtres. La faune associée au sein des Marnes des Eparges est représentée par des ammonites, des brachiopodes, des entroques et quelques coraux lamellaires dans la partie supérieure de la formation. La rareté des organismes photophiles et la présence d'ammonites indiquent un environnement externe proche de la limite inférieure de la zone photique.

Faune de l'intervalle Terrain à Chailles-Marnes blanches des Eparges de Foug.

Bivalves : *Pholadomya protei*, *P. aequalis*, *Pleuromya*, *Goniomya*, *Aguilerella*, *Eopecten*, *Arcomytilus*, *Gryphaea dilatata*, *Lopha*, *Nanogyra nana*, *Plicatula tubifera* souvent associée à *Gervillella*, *Modiolus*. C'est la faune étudiée dans ces couches tout le long de la marge est du bassin de Paris par Dechaseaux (1931).

Ammonites : *Perisphinctes (Otosphinctes) montfalconensis*, *Perisphinctes (Dichotomosphinctes) sp.*, *Cardioceras sp.*, *Euaspidoceras perarmatum* représentant les zones à *Cordatium* et *Plicatilis* (Poirot 1987).

Brachiopodes : *Thurmanella obtrita*, *Gallienithyris galliennei* et *Septaliphoria arduennensis*.

Crinoïdes : *Millericrinus*, *Apiocrinus*

Echinides : *Collyrites bicordata*

Gastropodes : *Itieria cabanetiana*, *Pseudomelania sp.*

Annélides : *Serpula (Cycloserpula) gordialis*, *S. (Tetraserpula) sp.*

Ichnofossiles : *Thalassinoides*

-Marnes à coraux de Foug

Cette formation correspond aux faciès glypticiens des anciens auteurs et fait partie du Complexe récifal inférieur. Entre Saint-Mihiel et Verdun, les faciès marneux à coraux sont absents. Au Nord de Verdun, le passage vertical des Marnes blanches des Eparges au Complexe récifal inférieur est progressif. Cette formation est caractérisée par la présence de patchs coralliens au sein de marnes ou de calcaires argileux. A Foug, l'apparition des bioconstructions coralliennes se situe à environ 10 cm au-dessus du niveau à huîtres encroûtées et perforées et permet de placer précisément la base des Marnes à coraux de Foug.

Les formes coralliennes sont surtout représentées par des microsolenidés lamellaires de l'espèce *Dimorpharaea koechlini* (Fig. 28). L'extension latérale des bioconstructions peut atteindre 15 mètres avec une hauteur maximale de 1,5 mètre. Les coraux sont fortement bioérodés sur leur face inférieure et présentent parfois des croûtes microbiennes sur leur face supérieure. Les coraux sont associés à des lamellibranches et des oursins dominés par le genre *Glypticus*. Les structures sédimentaires liées aux tempêtes, si elles existent, sont difficilement observables étant donné la nature marneuse du sédiment. La présence de coraux zooxanthellés et de stromatolithes photophiles implique un environnement dans la zone photique moins profond que ceux dans lesquels se sont déposés le Terrain à Chailles et les Marnes blanches des Eparges. La découverte du fonctionnement du corail actuel *Leptoseris* par Schlichter (1991) et la relation qui a été faite avec la nature pennulaire de ce corail (Lathuilière et Gill, 1995) éclaire d'un jour nouveau ces faciès à microsolenidés dominants, organismes pennulaires que l'on peut désormais interpréter comme des suspensivores adaptés à des milieux mésotrophes. Leur dominance est en parfaite cohérence avec les environnements de pente externe des récifs. La ressemblance avec les affleurements du Jura (coupe de Bonnevaux-Le-Prieuré étudiée par le GFEJ) est frappante et le modèle qui en a été extrait (Lathuilière *et al.*, 2003) peut s'appliquer ici.

Spongiaires : petites éponges calcaires indéterminées

Cnidaires : voir figure 29

Bivalves : *Nanogyra nana*, *Lopha*, *Chlamys nattheimensis*, *Camptonectes*, *Entolium*, *Ctenostreon*, *Plagiostoma*, *Pterocardia*, *Lithophaga*.

Crinoïdes : *Apiocrinus*

Echinides : (d'après Vadet *et al.*, 2002) *Paracidaris florigemma*, *Nenoticidaris parandieri*, *Polycidaris* ou *Anisocidaris*, *Rhabdocidaris megalacantha*, *Rollicidaris etalloni*, *Plegiocidaris crucifera*, *Merocidaris propinquus*, *Pedina sublaevis*, *Hemipedina tuberculosa*, *Milnia angularis*, *Diplopodia versipora*, *Psephechinus perlatus*, *Hemicidaris crenularis*, *Hessotiara florescens*, *Glypticus hieroglyphicus*, *Pygaster semisulcatus*

Gastropodes : *Pseudomelania* et autres petites formes indéterminées

Brachiopodes : thécidés

Bryozoaires : indéterminés

Annélides : *Serpula*

Ichnofossiles : *Chondrites*, *Gastrochaenolites*, *Entobia* et autres perforations

-Calcaires à coraux de Foug

Cette formation correspond aux calcaires bioclastiques à coraux lamellaires qui forment la partie supérieure du Complexe récifal inférieur. Les calcaires ont une couleur brune ou rosée à texture platestone (*sensu* Insalaco, 1998). Par rapport aux Marnes à coraux, la communauté corallienne est dominée par une espèce à petits trabécules du genre *Microsolena* (Geister et Lathuilière, 1991 ; Insalaco, 1996). Certaines bioconstructions débutant dans les Marnes à coraux se poursuivent jusque dans les calcaires. Le sédiment inter-récifal calcaire parfois silteux et généralement bioclastique au sommet est entrecoupé par de fins inter-bancs marneux. La matrice calcaire est essentiellement micritique et peut localement correspondre à un packstone à péloïdes et oncoïdes. Dans la partie supérieure de la formation, plusieurs niveaux bioclastiques associés à des oncoïdes remaniés indiquent la présence de conditions hydrodynamiques temporairement fortes lors du dépôt. Ces caractéristiques, associées à l'évolution verticale entre des calcaires à texture wackestone et des calcaires à texture packstone, indiquent un passage progressif depuis un milieu sous la limite inférieure d'action des vagues de tempêtes jusqu'à un milieu au-dessus de cette même limite.

(Faune en grande partie d'après Laternser 2001)

Algues/microbes: *Bacinella*, *Lithocodium*

Foraminifères: Nubéculariidés, *Troglotella*, *Textulariidés* et *miliolidés*

Cnidaires : voir figure 29

Bivalves : *Radulopecten*, *Eopecten*, *Chlamys*, *Camptonectes*, *Ctenostreon*, *Entolium*, *Plagiostoma*, *Pseudolimea*, *Pterocardia*, *Trichites*, *Lithophaga*, *Exogyra*, *Nanogyra nana*, *Lopha*, *Gryphaea dilatata*.

Brachiopodes : térébratulidés indéterminés et thécidés

Bryozoaires: indéterminés

Echinides : (d'après Vadet *et al.*, 2002) *Nenoticidaris parandieri*, *Paracidaris florigemina*, *Plegiocidaris crucifera*, *Diplopodia versipora*, *Hessotiara florescens*, *Psephechinus perlatus*, *Glypticus hieroglyphicus*, *Hemicidaris crenularis*, *Pygaster cf umbrella*

Crinoïdes : *Apiocrinus*, *Pentacrinus*.

Ichnofossiles : *Gastrochaenolites*, *Entobia* et autres perforations

-Oncolithe de Foug

Le contact brutal entre cette formation et les Calcaires à coraux de Foug sous-jacents marque la disparition des bioconstructions. La base de la formation débute par un intervalle de moins d'un mètre de calcaires oolithiques. Rapidement, ceux-ci évoluent à leur sommet vers des calcaires oncolithiques rosés. Ces derniers ont une texture oscillant entre packstone et grainstone. Ils renferment des oncoïdes à nubéculaires, des agrégats et de rares oïdes. La faune est diversifiée et représentée par des débris de bivalves, des foraminifères benthiques agglutinants, des gastéropodes, des céphalopodes, des brachiopodes, des échinodermes et quelques coraux remaniés. Les grains sont généralement mal triés. La présence de niveaux à texture grainstone, l'abondance d'oncoïdes vraisemblablement autochtones ainsi que la grande quantité de bioclastes indiquent un environnement, sinon en permanence, au moins fréquemment agité. Cet environnement se situait probablement au-dessus de la limite inférieure d'action des vagues de beau temps.

Coraux : Latenser cite : *Actinaraea granulata*, *Calamophylliopsis flabellum*, *Cladophyllia dichotoma*, *Dimorpharaea koechlini*, *Donacosmilia corallina*, *Fungiastraea arachnoides*, *Microsolena sp*, *Stylosmilia/Goniocora sp*.

Bivalves : *Arcomytilus*, *Plagiostoma*, *Radulopecten*, *Velata ?*, *Gervillella*, *Chlamys*

Ammonites : perisphinctidés indéterminables

Brachiopodes : terebratulidés indéterminés

Echinides : *Pseudosalenia tuberculosa*

Gastropodes : *Nerinea* et quelques petites formes indéterminées

Interprétation :

La coupe de Foug permet d'observer l'évolution bathydécroissante des environnements de dépôt. Cette tendance à moyenne fréquence est composée de plusieurs cycles à plus haute fréquence. Le Terrain à Chailles montre sur toute son épaisseur une évolution vers la diminution de profondeur. Celle-ci est soulignée par la diminution de la portion terrigène, la diversification de la faune benthique et l'épaississement des bancs carbonatés au détriment des intercalations argileuses.

Ce demi-cycle régressif à haute fréquence est surmonté par un cycle transgression-régression matérialisé par les Marnes blanches des Eparges. Cet ennoyage est marqué par l'épaississement des intercalations argileuses, le maximum d'ennoyage étant matérialisé par l'intervalle marneux le plus épais. Le cortège de haut niveau voit le retour d'une sédimentation plus carbonatée accompagnée de l'apparition de rares microsolenidés.

La surface à *Deltoideum delta* correspond à une surface d'arrêt de sédimentation. La question est de savoir si cette surface a une valeur séquentielle

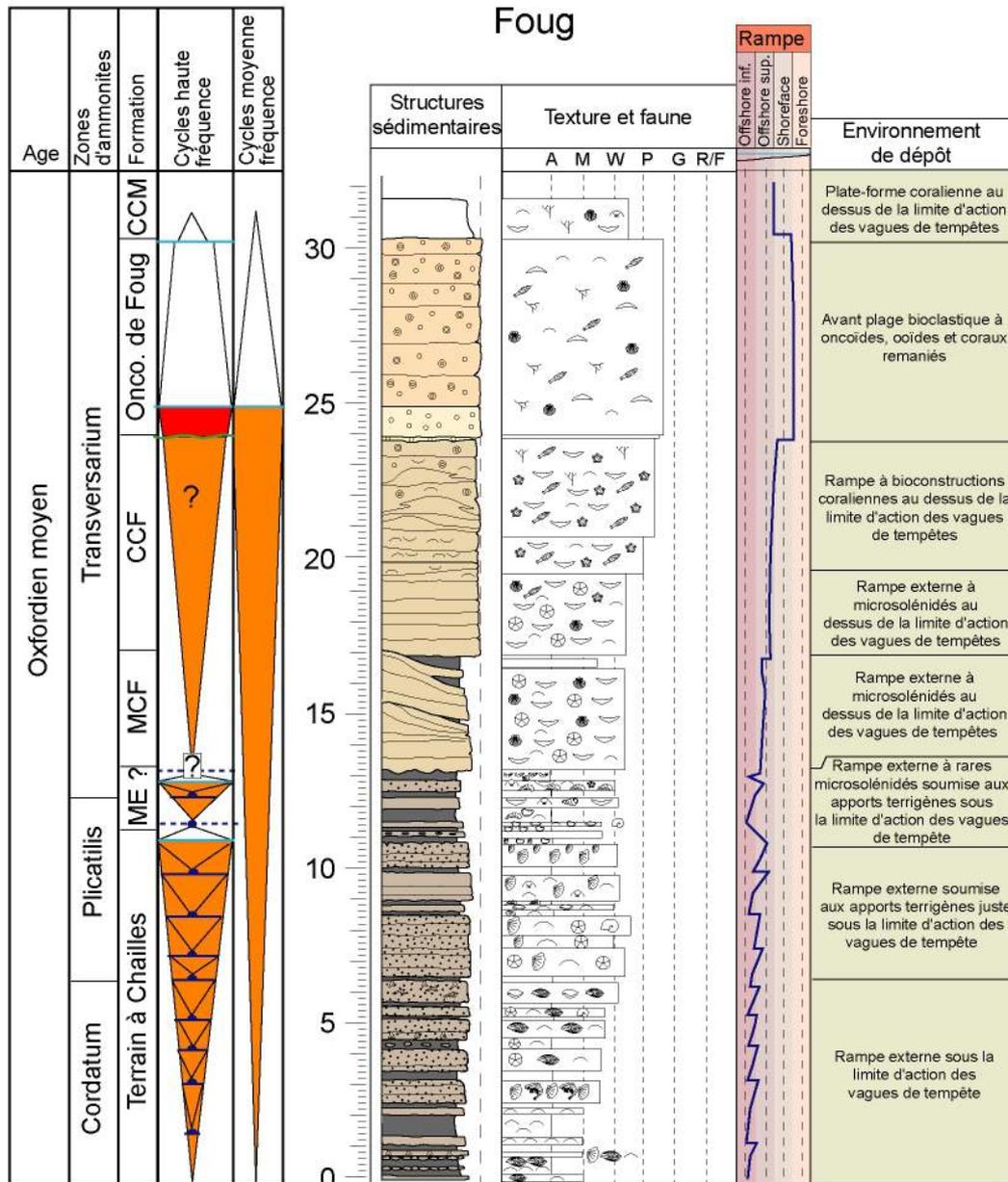
ou non. Si c'est le cas, elle pourrait correspondre un maximum d'ennoyage. Cependant aucun argument irréfutable ne permet d'affirmer ou d'infirmier cette hypothèse. Quoi qu'il en soit, l'installation des bioconstructions coralliennes photodépendantes associées aux encroûtements stromatolithiques marque une phase de diminution de profondeur. Cette bathydécroissance se poursuit ensuite jusque dans les Calcaires à coraux. Elle est illustrée par :

-la diversification des genres et des formes coralliennes, depuis des colonies lamellaires pionnières adaptées à des conditions de faible luminosité jusqu'à des formes plus volumineuses et tridimensionnelles nécessitant un environnement plus lumineux ; à noter la participation encore timide des *Thecosmilia* dans les constructions les plus hautes, en accord avec la récente proposition de zonation (Lathuilière *et al.* 2003) ;

-l'évolution progressive au cours du temps vers un environnement plus agité, marquée par l'apparition d'oncoïdes épars et de nombreux bioclastes.

Le contact franc entre l'Oncolithe de Foug et les Calcaires à coraux souligne une discontinuité de chute du niveau marin relatif. Elle permet la superposition de faciès bioconstruits installés sous la limite inférieure d'action des vagues de beau temps et de faciès subtidaux peu profonds à oolithes et/ou oncoïdes. L'épaisseur relativement importante de l'Oncolithe de Foug et l'absence d'indices de progradation semblent indiquer une reprise de l'accommodation après le dépôt des calcaires oolithiques. Cette reprise a abouti finalement au retour des coraux au toit de la formation.

L'évolution depuis le Terrain à Chailles jusqu'aux Calcaires à coraux correspond à une séquence bathydécroissante à moyenne fréquence. Elle est aussi interprétable sans contradiction en terme de nutriments. La mise en place de la plate-forme carbonatée se réalise par une décroissance progressive du mode suspensivore adapté aux environnements les plus riches en plancton vers un mode de vie mixotrophe particulier aux coraux pennulaires. Le mode autotrophe des autres coraux, le plus adapté aux environnements oligotrophes, n'est pas encore bien développé ici. Cette évolution est aussi interprétable en terme de réchauffement climatique (Collin, 2000 ; Cecca *et al.*, 2001 ; Martin-Garin *et al.*, 2002). Le sommet de la séquence est marqué par la discontinuité de chute à la base de l'Oncolithe de Foug. Au-dessus de cette surface, la reprise de l'accommodation est accompagnée par un approfondissement des environnements de dépôts. Elle peut aussi signifier un changement de fertilité signé par le retour de la sédimentation microbienne.



ME = Marnes Blanches des Eparges CCM = Calcaires coralliens de la Mésangère
MCF = Marnes à coraux de Foug Trans. = Transversarium
CCF = Calcaires à coraux de Foug

Fig. 28 La coupe de Foug et son interprétation séquentielle.

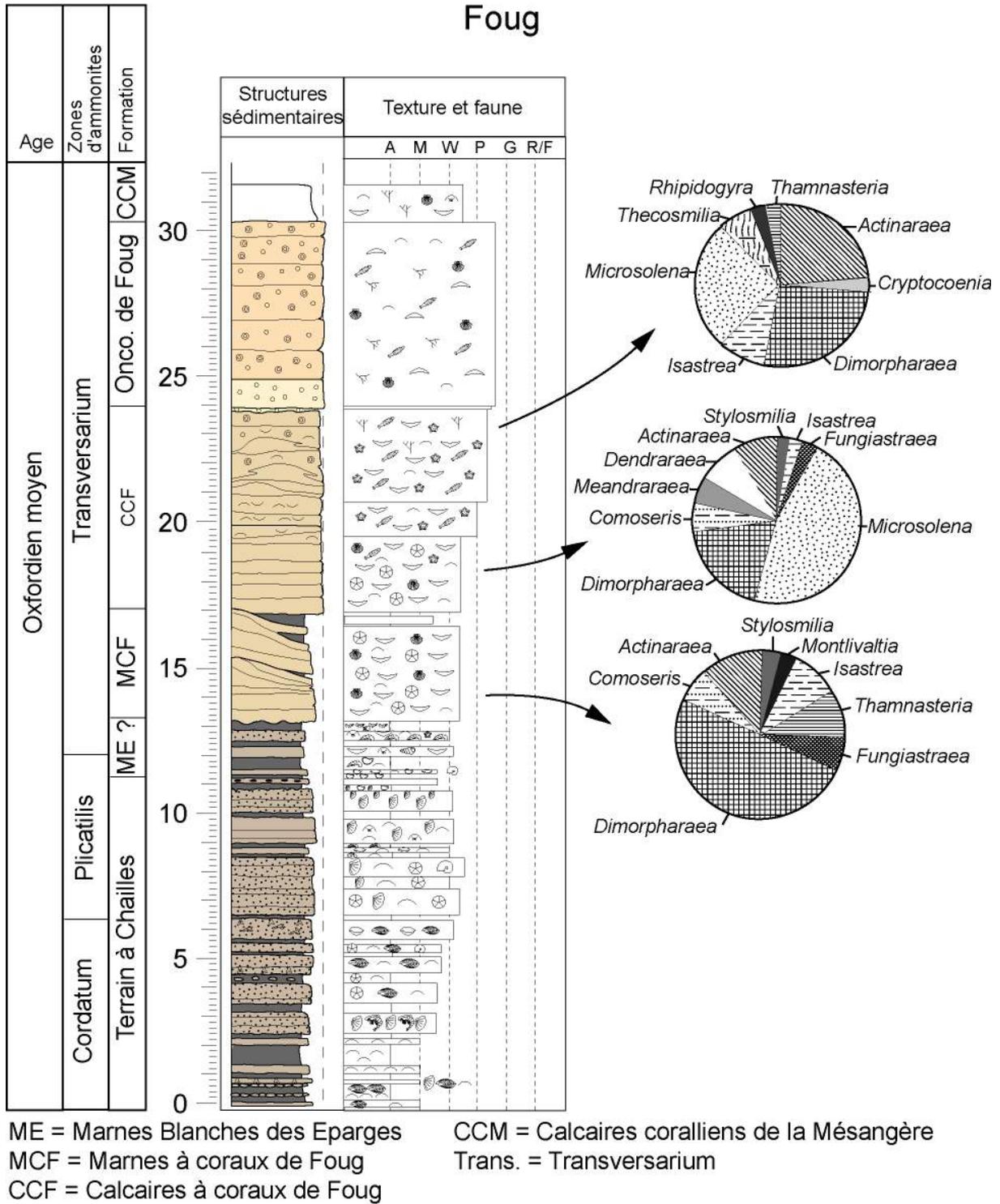
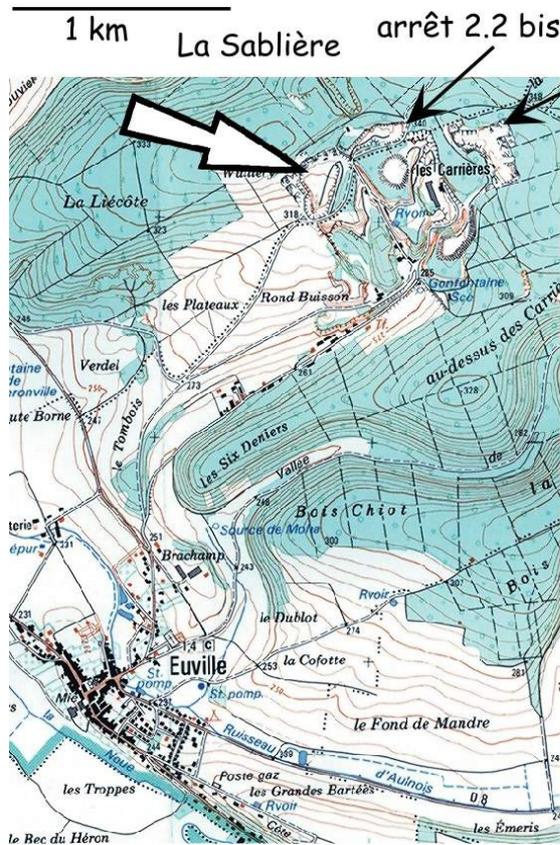


Fig. 29 La coupe de Foug et la composition corallienne des bioconstructions.

Arrêt 2.2 Euville

Localisation



comptages
de coraux
évoqués en
Fig.35

coordonnées : x= 842,7
y = 1124,5

accès : A partir de l'église d'Euville suivre la direction indiquée "les carrières" en longeant le fond de vallée jusqu'à arriver en face d'une petite maison avec la publicité "Ancre". Prendre le chemin immédiatement à gauche de cette maison, laisser une autre maison en contrebas sur la gauche et prendre après elle le chemin qui monte en tournant à gauche (un peu délicat en voiture) et poursuivre à gauche jusqu'à l'arrivée devant le portail de la carrière dite « des Cotillons » ou de la « Sablière ».

Fig. 30 Carrières d'Euville (d'après la carte IGN 1/25 000)

carte géologique : Commercy XXXII-15 au 1/50 000

Stratigraphie

unité lithostratigraphique	étage et sous-étage	zone
Calcaires de Creuë	Oxfordien moyen	Transversarium
Calcaires coralliens d'Euville	Oxfordien moyen	Transversarium
Calcarénite d'Haudainville	Oxfordien moyen	Transversarium et/ou Plicatilis?
Calcaires coralliens de la Mésangère	Oxfordien moyen	Transversarium et/ou Plicatilis?
Pierre d'Euville-Lérouville	Oxfordien moyen	Transversarium et/ou Plicatilis
Calcaires à coraux de Foug	Oxfordien moyen	Transversarium et/ou Plicatilis

Thématique

Mots clés: Pierre d'Euville-Lérouville, régression-transgression, hard-ground, Calcaires de Creuë.

Sujet: La carrière des Cotillons permet de poser le problème des entroquites en termes de production, d'environnements de vie et de dépôt et de cycles transgression-régression.

Présentation du site

Observations :

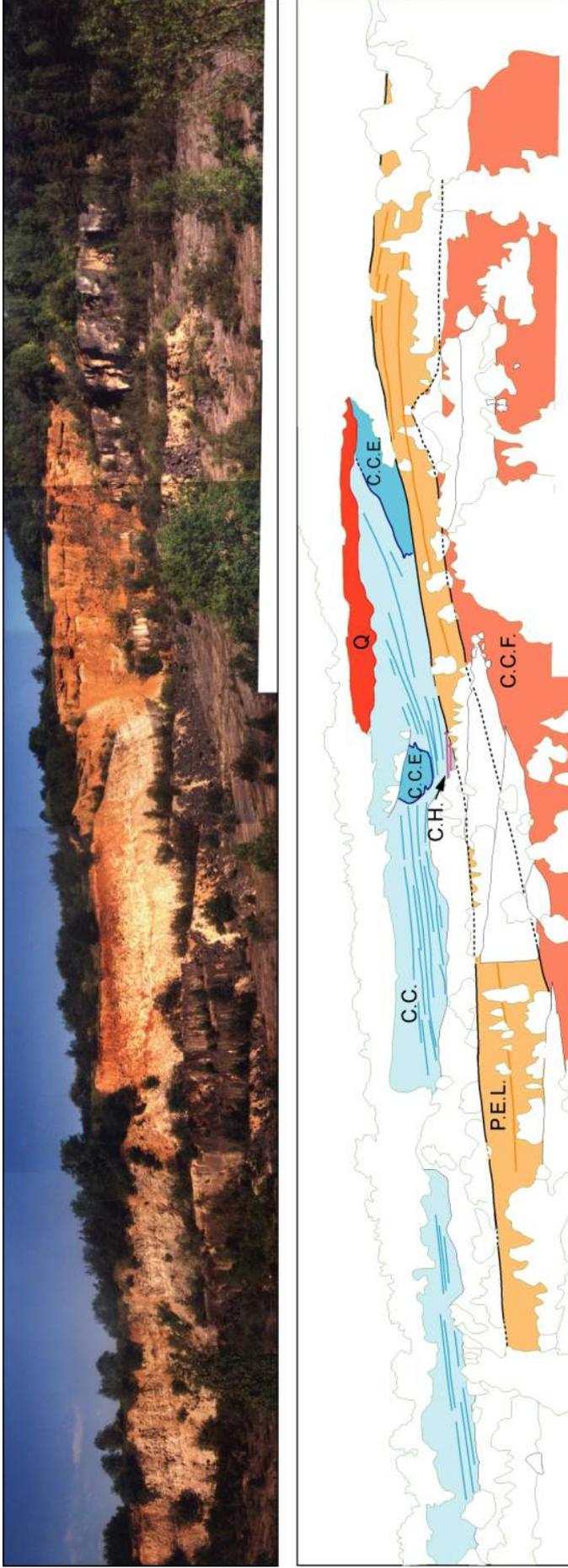
La carrière des Cotillons fût autrefois exploitée par la société Rocamat pour l'extraction de la Pierre d'Euville-Lérouville servant à la construction. Cette carrière ne présente que deux fronts de taille, le premier correspondant à la roche jadis exploitée (entroquite) et le second à la découverte (Calcaires construits supérieurs et Calcaires de Creuë) (Fig. 31). Le plancher de la carrière coïncide avec la surface des Calcaires à coraux de Foug qui plonge en direction du Sud-Ouest. Cette carrière permet d'observer les géométries de la Pierre d'Euville et ses relations avec les formations sous et surincombantes.

Références bibliographiques :

David J. (1998), David J. et Roux (2000), Enay et Boullier (1981), Fronteau. (2000)., Geister et Lathuilière B. (1991), Hanzo et Le Roux (1982), Hilly et Haguenaer *et al.* (1979), Humbert (1971), Laternser (2001), Lathuilière *et al.* (1994), Lathuilière et Gill. (1998), Lathuilière (1998), Vincent (2001), Vincent et Loreau (1999).

-Calcaires à coraux de Foug

Ces Calcaires renferment une faune corallienne relativement diversifiée. Elle comprend des formes lamellaires et branchues. Dans la partie nord-ouest de la carrière, un bioherme forme un relief important sur lequel vient s'installer une barre entroquitique. Le plancher de la carrière formé par la surface sommitale



C.C.F.=Calcaires à coraux de Foug; P.E.L.=Pierre d'Euville-Lérouville; C.H.=Calcarénite d'Haudainville; C.C.E.=Calcaires coralliens d'Euville; C.C.=Calcaires de Creüe
Q=Dépôts quaternaires

Fig. 31 Panorama de la carrière dite « des Cotillons »

des Calcaires à coraux de Foug présente une pente constante en direction du Sud-Ouest. Un replat marqué est toutefois observable à la base du bioherme dans le Nord-Est de la carrière.

En lame mince, le toit des Calcaires à coraux de Foug montre une texture packstone à grainstone. Plusieurs phases de ciments et sédiments ont été observées (Fig 32A). Un premier épisode marin est caractérisé par une frange de calcite fibreuse isopaque autour des grains carbonatés (Fig.32A). Cette frange est localement corrodée et surmontée par de gros cristaux de calcite limpide en « dents de cochons ». Cet épisode marque un passage dans la zone phréatique météorique. Par la suite, la présence de silts vadoses matérialisés par des cristaux de calcite détritiques formant un remplissage géotrope à la base des pores (Fig.32A) illustre un retour dans un environnement vadose. Cet épisode est suivi par la mise en place d'un sédiment interne micritique à disposition centrifuge caractéristique des environnements intertidaux (Purser, 1980). Cette micrite renferme des cristaux de calcite sparitique remaniés.

Cnidaires: *Actinaraea*, microsolenidés lamellaires

Bivalves : *Lithophaga*, *Chlamys*.

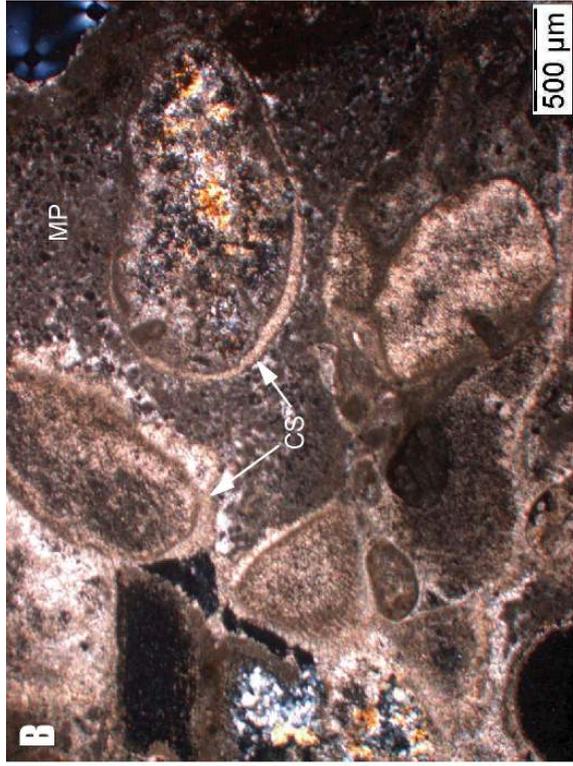
Brachiopodes : térébratulidés indéterminés

Echinides : *Paracidaris florigemina*

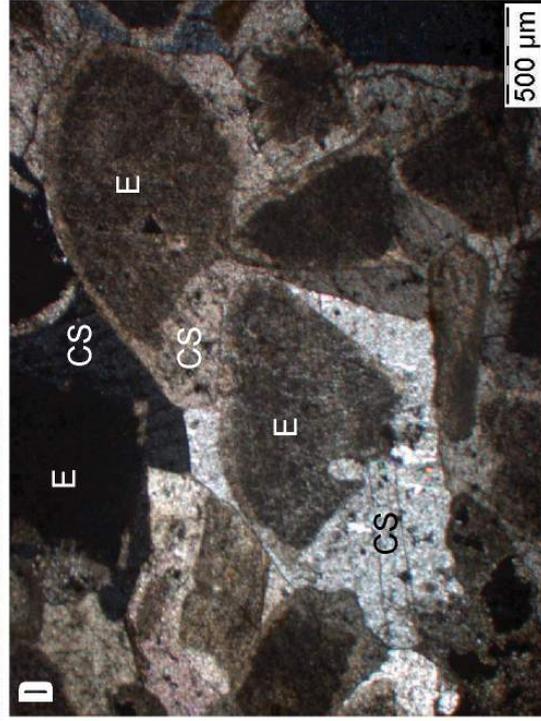
-Pierre d'Euville-Lérouville

Ici, la Pierre d'Euville-Lérouville est constituée quasi exclusivement d'articles de crinoïdes de l'espèce *Pentacrinus buschsgauensis* (David, 1998). Le sédiment est bien trié et relié par un ciment syntaxial (Fig.32D). Les dépôts s'organisent en barres plus ou moins parallèles dont l'épaisseur peut atteindre 10 mètres. Dans la partie nord de la carrière, des laminations à angle faible caractéristiques des environnements de plage sont observables au sein de la formation. Cette observation est confortée par la présence de ciments stalactitiques de calcite fibreuse au sommet de la Pierre d'Euville-Lérouville (Fig.32B et 32C). Ce type de ciment est typique des beach-rocks. Les pendages sédimentaires sont orientés dans deux directions opposées de part et d'autre du sommet des barres entroquitiques. Cette observation, associée à la présence de plages, est caractéristique de certaines barres sableuses d'avant côte (ou barres de déferlement).

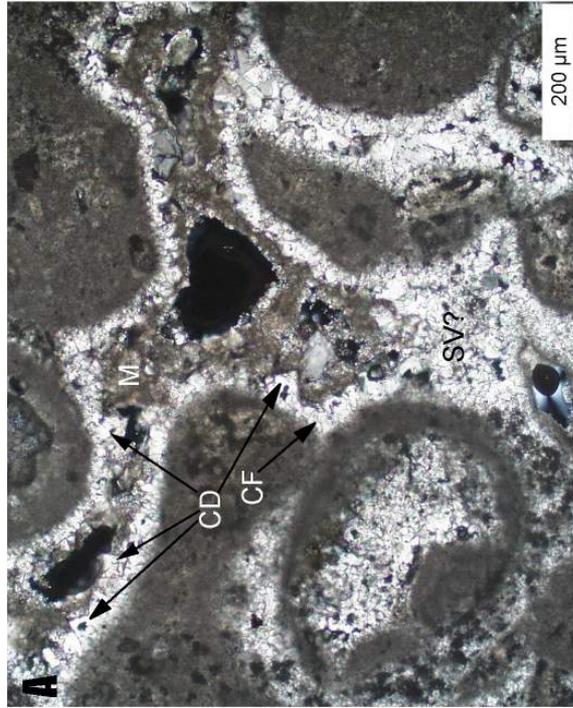
Le sommet des barres présente fréquemment un hardground (Fig.33). L'observation en lame mince de cette surface permet d'observer plusieurs phénomènes diagénétiques. Les espaces poraux du sommet de la Pierre d'Euville-Lérouville sont partiellement ou entièrement remplis par une micrite à aspect tantôt dense à spicules de spongiaires siliceux et tantôt péloïdale



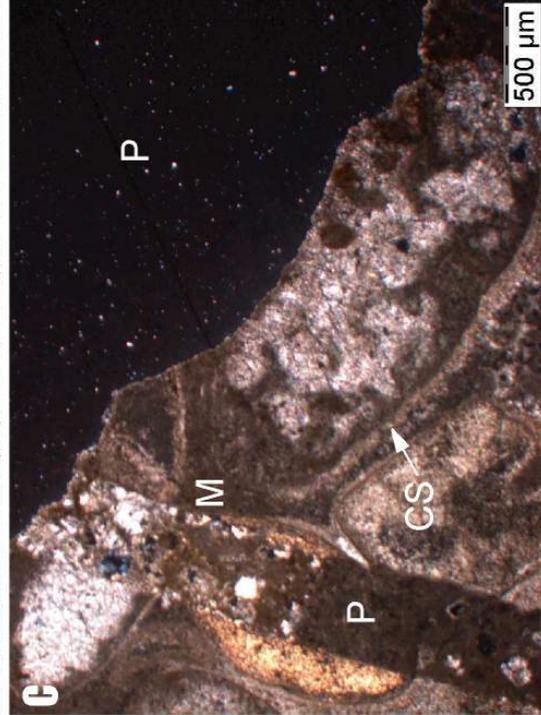
Ciments stalactitiques anisopaches vadoses (CS) et sédiment interne péloïdal (MP) au sommet de la Pierre d'Euville-Lérrouville.



Entroques (E) et ciments syntaxiaux (CS) au sein de la Pierre d'Euville-Lérrouville



Sommet des Calcaires à coraux de Foug. CF=Frange de calcite fibreuse isopaque
CD=Cristaux de calcite drusique (dent de cochons); SV=Silts vadoses; M=Micrite



Perforations (P) au sommet de la Pierre d'Euville-Lérrouville postérieures au sédiment interne micritique (M). CS=Ciment stalactitique

Fig. 32 Différente phases diagénétiques au toit des Calcaires à coraux de Foug et au sein de la Pierre d'Euville-Lérrouville

(Fig.32B, 32C et 32D). L'ensemble est recoupé par des perforations à remplissage micritique contenant parfois des spicules de spongiaires siliceux.

Le travail de J. David (1998) a permis une évaluation de la production carbonatée squelettique de *Pentacrinus buschgauensis* par comparaison avec des crinoïdes bathyaux actuels. Avec une densité moyenne (6 individus/ m²), on peut accumuler sur place 1 m de sédiment entre 46 000 ans et 85 000 ans selon le taxon actuel pris en comparaison.

Cnidaires: *Aplosmilia*, *Microsolenidés* remaniés

Bivalves : *Lopha*, *Trigonia*

Crinoïdes : *Pentacrinus buchsgauensis*

Echinides : *Paracidaris florigemma*

Ichnofossiles : *Gastrochaenolites* et *Trypanites* (au sommet)

-Calcaires coralliens de la Mésangère

Cette formation est représentée par un niveau d'une quarantaine de centimètres d'épaisseur dans la dépression entre les deux barres entroquitiques. Cet intervalle renferme des coraux lamellaires (Fig.33) en place ainsi que des spicules de spongiaires siliceux. La présence d'éboulis dans la partie sud-ouest de la carrière ne permet pas de savoir si les Calcaires coralliens de la Mésangère se poursuivent dans cette direction. Néanmoins cet épisode est enregistré par l'intermédiaire du remplissage micritique à spicules de spongiaires siliceux du sommet de la Pierre d'Euville-Lérouville.

-Calcarénite d'Haudainville

La Calcarénite d'Haudainville est ici représentée par un ensemble de trois bancs au-dessus des Calcaires coralliens de la Mésangère. Il correspondent à un calcaire bioclastique et oolithique à texture packstone ou grainstone. Les coraux lamellaires et branchus remaniés y sont abondants. La Calcarénite d'Haudainville vient en *onlap* au sommet de la Pierre d'Euville-Lérouville (Fig.33). Cependant, elle reste confinée à la dépression située entre les deux barres entroquitiques.

-Calcaires coralliens d'Euville et Calcaires de Creuë

Ce sont les faciès blanchâtres qui forment la partie supérieure de la carrière. Ils sont constitués par des bioconstructions coralliennes (Calcaires coralliens d'Euville) et leur sédiment inter-récifal (Calcaires de Creuë). Les Calcaires coralliens d'Euville renferment essentiellement des formes coralliennes lamellaires et branchues. La liste ci-dessous provient du travail de Laternser (2001). Des comptages ont été réalisés (B. M-G) sur des récifs

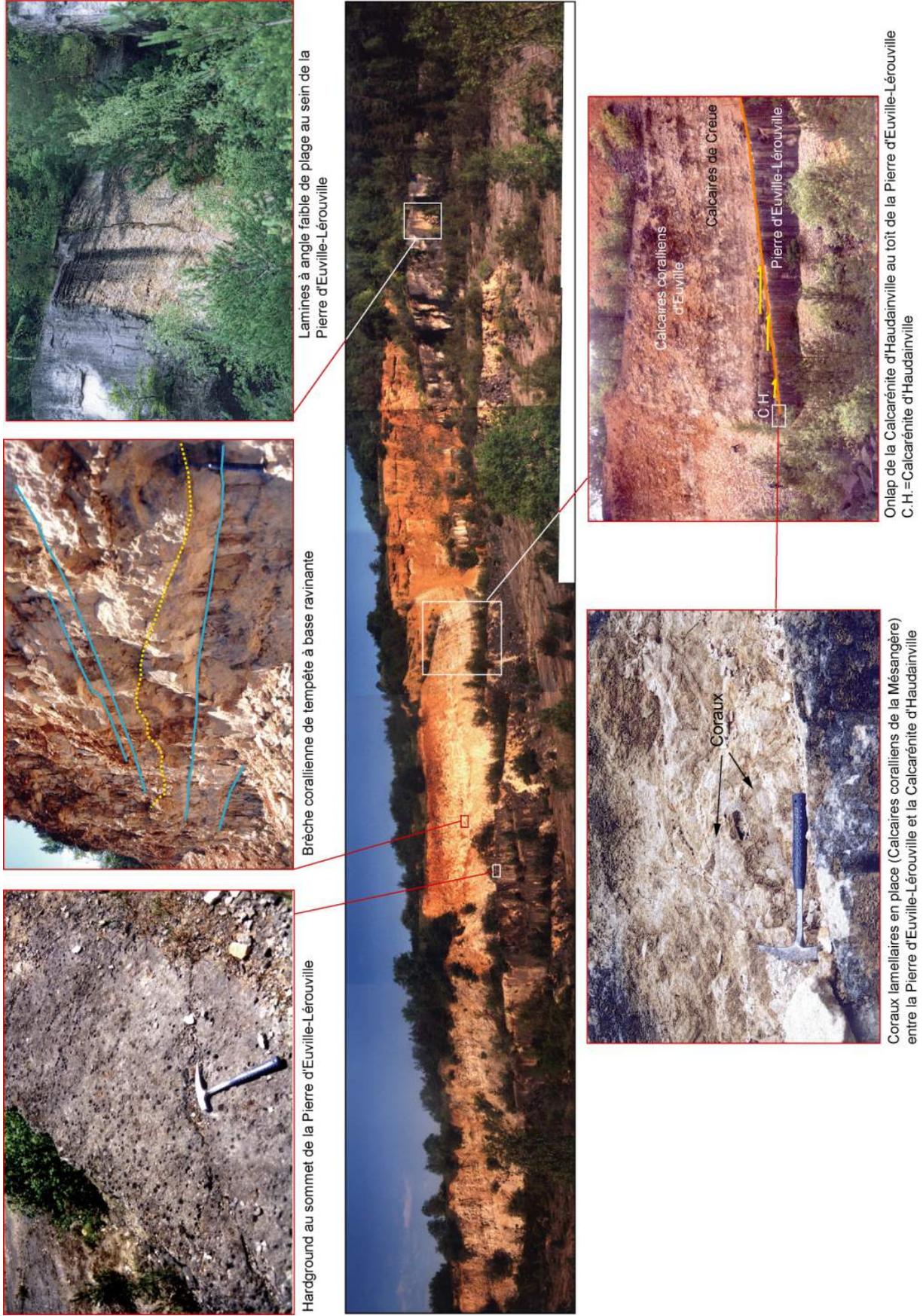


Fig. 33 Principales caractéristiques sédimentologiques observables dans la carrière d'Euville

équivalents dans la carrière voisine en activité (Fig.35). L'ensemble atteste d'une grande diversité. Les Calcaires de Creuë ont une texture mudstone et ont régulièrement fourni des ammonites qui ont permis de les dater de la zone à *Transversarium* (Enay et Boullier, 1981). La faune est représentée par des bivalves, des gastéropodes, des échinides, des crustacés. Des débris de végétaux terrestres du genre *Brachyphyllum* ont également été récoltés. Plusieurs surfaces de ravinement surmontées par des niveaux de brèches coralliennes signalent l'existence de tempêtes lors du dépôt (Fig.33). Ces deux formations matérialisent donc l'ennoyage de la plate-forme et l'installation d'un environnement boueux calme entre la limite inférieure d'action des vagues de beau temps et la limite inférieure d'action des vagues de tempêtes.

Faciès construit (compilation, essentiellement d'après Laternser 2001)

Algues : *Bacinella*, *Lithocodium*,

Foraminifères : *Placopsillina*, *Tubiphytes*, *Troglotella*, *Epistomina*, *Eggerella*

Spongiaires : *Neuropora*, *Ptychochaetetes globulosa* et calcisponges

Cnidaires : Laternser cite :

“*Actinaraea*, *Actinastrea*, *Allocoenia*, *Aplosmilia*, *Axosmilia*, *Calamophylliopsis*, *Cladophyllia*, *Clausastrea*, *Comoseris*, *Convexastrea*, *Cyathophora*, *Dendraraea*, *Dermoseris*, *Dermosmilia*, *Dimorpharaea*, *Diplaraea*, *Donacosmilia*, *Enallhelia*, *Epistreptophyllum*, *Fungiastraea*, *Heliocoenia*, *Isastrea*, *Latomeandra*, *Meandraraea*, *Mesomorpha*, *Microsolena*, *Mitodendron*, *Montlivalentia*, *Proaplophyllia*, *Pseudocoenia*, *Rhipidogyra*, *Stylina*, *Stylosmilia/Goniocora*, *Synastrea*, *Thamnasteria*, *Thecosmilia*”

Annélides : *Serpula*, *Terebella lapilloides*

Bivalves : Pectinidés *Chlamys*, *Entolium*, *Nanogyra*, *Exogyra*, *Lopha*, *Ctenostreon*

Gastropodes : *Conotomaria*, *Pleurotomaria*, *Trochus* (d'après Laternser 2001)

Brachiopodes : thécidés et térébratulidés

Bryozoaires : indéterminés

Crinoïdes : indéterminés

Echinides : Cidaridés (*Paracidaris florigemma*)

Ichnofossiles : *Thalassinoides*, *Entobia*, *Gastrochaenolites* et autres perforations

-Calcaires de Creuë

Végétaux terrestres : *Brachyphyllum*

Bivalves : *Pholadomya*, *Goniomya*, *Cercomya undulata*, *Isoarca*, *Chlamys*

Ammonites : Perisphinctidae et rares Cardioceratidae. Enay et Boullier (1981) citent *Perisphinctes (P.) pumilus*

Gastropodes : *Pseudomelania*

Echinides : *Paracidaris florigemma*

Crustacés : nombreux mais indéterminés

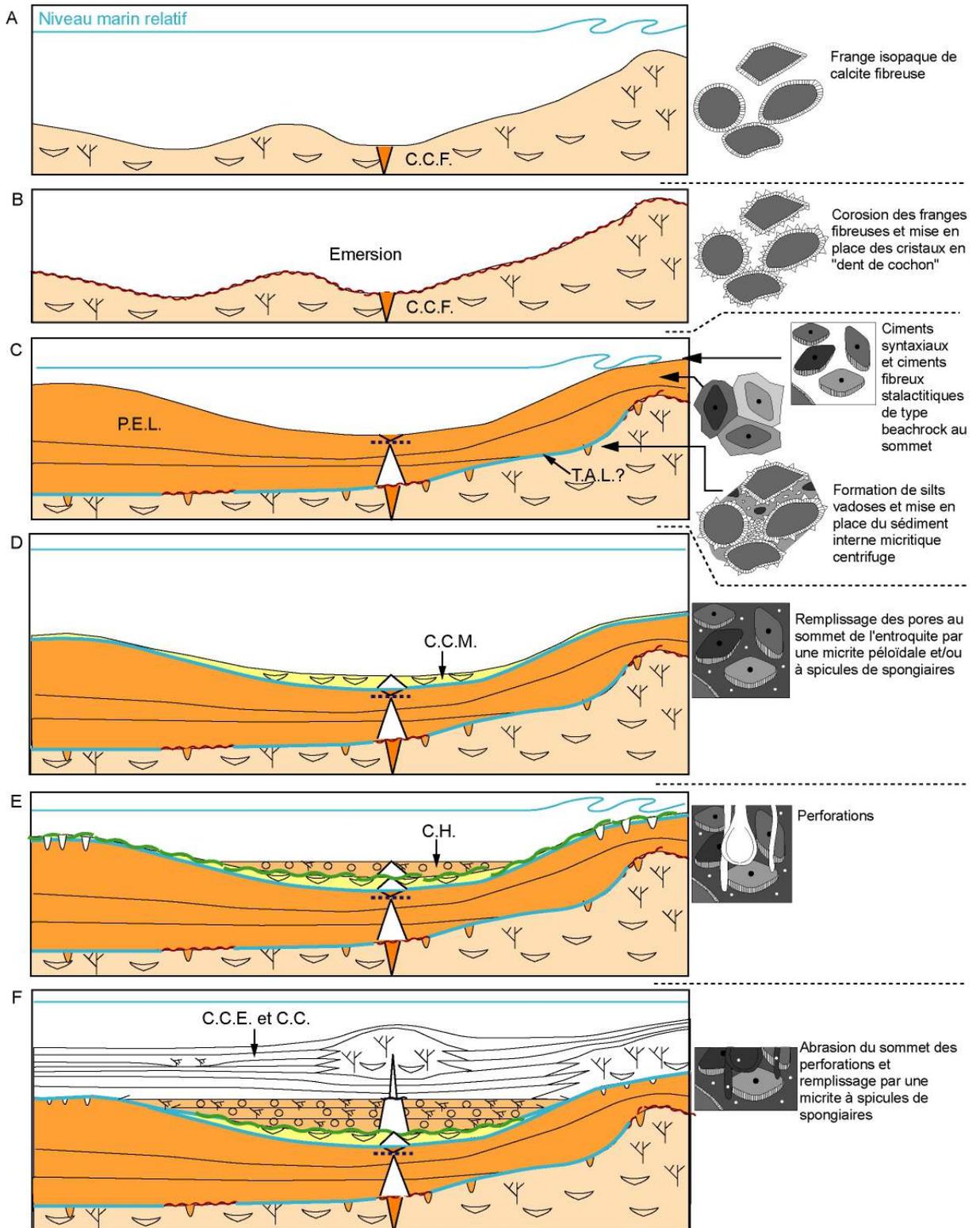
Interprétation :

La présence de calcite en « dents de cochons » au sommet des Calcaires à coraux de Foug signale une chute rapide du niveau marin relatif qui a abouti à une émergence (Fig. 34B). Par la suite, la formation de silts vadoses et la mise en place de sédiments internes micritiques centrifuges marque le retour d'une sédimentation littorale qui correspond à la remise en eau de cette partie de la plate-forme.

La présence de ciments d'environnement phréatique météorique directement sous la surface des Calcaires à coraux de Foug résulte vraisemblablement de l'érosion de la partie supérieure de la formation survenue pendant la transgression contemporaine de la mise en place des silts vadoses et des sédiments internes micritiques centrifuges. Cette hypothèse est confortée par l'allure pentée plane de la surface sommitale des Calcaires à coraux de Foug et la présence du replat à la base du bioherme sommital pouvant correspondre à une terrasse d'abrasion littorale (Fig. 34C). La poursuite de l'envoyage a permis l'installation des barres de déferlement entroquitiques probablement à fleur d'eau. La présence de ciments de type *beachrock* signale une légère diminution de profondeur au sommet de la Pierre d'Euville-Lérouville. Cette interprétation est incompatible avec une vue trop étroitement actualiste de la paléobathymétrie des crinoïdes pédonculés. En revanche il est intéressant de noter que cet épisode à crinoïdes présente une certaine généralité, même s'il est moins exprimé ailleurs (Jura français et suisse). Il peut aussi s'interpréter en terme de fertilité. Cette profusion de suspensivores pourrait correspondre à des eaux plus riches en plancton. Les données de $\delta^{13}C$ sur roche totale mesurées par G. André (thèse en cours) montre une diminution au sommet de l'entroquite et plus encore dans les calcaires à polypiers qui les surmontent. Ceci pourrait être mis en relation avec une diminution du compartiment producteur dans l'écosystème oxfordien.

Un nouvel envoyage débute avec l'installation des coraux des Calcaires coralliens de la Mésangère (Fig. 34D).

Au sommet de ces derniers, le contact brutal avec la Calcarénite d'Haudainville marque une discontinuité de chute du niveau marin relatif (Fig. 34E). Cet épisode correspond à la formation du *hardground* dans les parties non recouvertes (c'est-à-dire les parties hautes) des barres d'entroquite. La géométrie en *onlap* que forme la Calcarénite d'Haudainville sur le sommet de la Pierre d'Euville-Lérouville atteste du nouvel envoyage qui suit la discontinuité de chute du niveau marin relatif. Cette transgression a raviné la légère épaisseur de



- | | | |
|--|--------------------------------------|---|
| — Surface de ravinement de transgression | ▲ Cortège de haut niveau marin | C.C.M.=Calcaires coralliens de la Mésangère |
| — Surface d'emersion | △ Cortège transgressif | C.H. Calcarénite d'Haudainville |
| — Discontinuité de chute du niveau marin relatif | T.A.L.=Terrasse d'abrasion littorale | C.C.E.=Calcaires coralliens d'Euville |
| Maximum d'ennoyage | C.C.F. = Calcaires à coraux de Foug | C.C.=Calcaires de Creuë |
| ~ Surface d'accélération d'ennoyage | P.E.L.=Pierre d'Euville-Lérrouville | |

Fig. 34 Histoire sédimentologique, séquentielle et diagenétique des dépôts visibles dans la carrière d'Euville.

sédiment qui a pu se déposer au sommet des barres d'entroquite pendant la mise en place des Calcaires coralliens de la Mésangère, ainsi que le sommet de la Pierre d'Euville-Lérouville comme en attestent les perforations tronquées. Enfin, la transgression débutée lors du dépôt de la Calcarénite d'Haudainville aboutit à l'installation des Calcaires coralliens d'Euville et des Calcaires de Creuë qui ont fourni la micrite remplissant les perforations du *hardground* (Fig. 34F). Par la constitution de leur faune très diversifiée (Fig. 35) et en particulier aux dépens des formes pennulaires, les Calcaires construits supérieurs manifestent un caractère plus oligotrophe que les constructions précédentes.

Arrêt 2.2 bis

Euville carrière Nord

Cette carrière permet d'observer une belle surface de contact entre les Calcaires à coraux de Foug qui montrent ici un *sheetstone* à microsolenidés et la Pierre d'Euville qui vient remplir les surplombs d'un pâtre corallien.

Elle permet également l'observation de fentes de tensions particulières dans l'entroquite. Les niveaux supérieurs de la Pierre d'Euville accueillent des fentes, de tension orientées NNE-SSW, avec un remplissage microgranulaire blanc laiteux. Ce remplissage est constitué de sédiments en partie recristallisés, montrant des figures de décantation et un granoclassement, ce qui permet de leur attribuer le nom de filon sédimentaire. Ces filons sédimentaires sont affectés par les épisodes tectoniques méso-cénozoïques (pyrénéo-provençal et alpin), de plus la nécessité d'avoir un sédiment frais disponible suggère de leur donner un âge fini-jurassique (André *et al.* 2002a, b, André 2002)

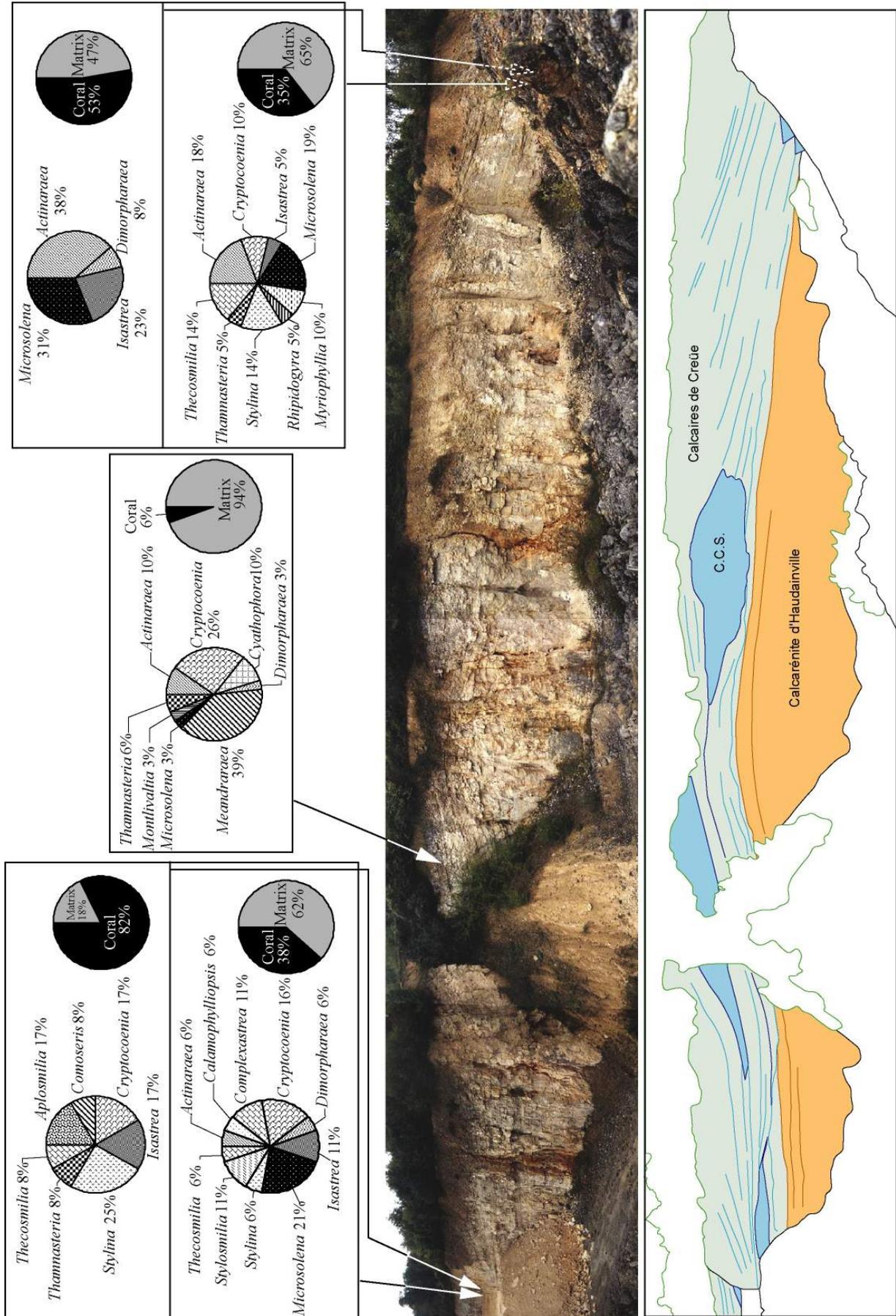
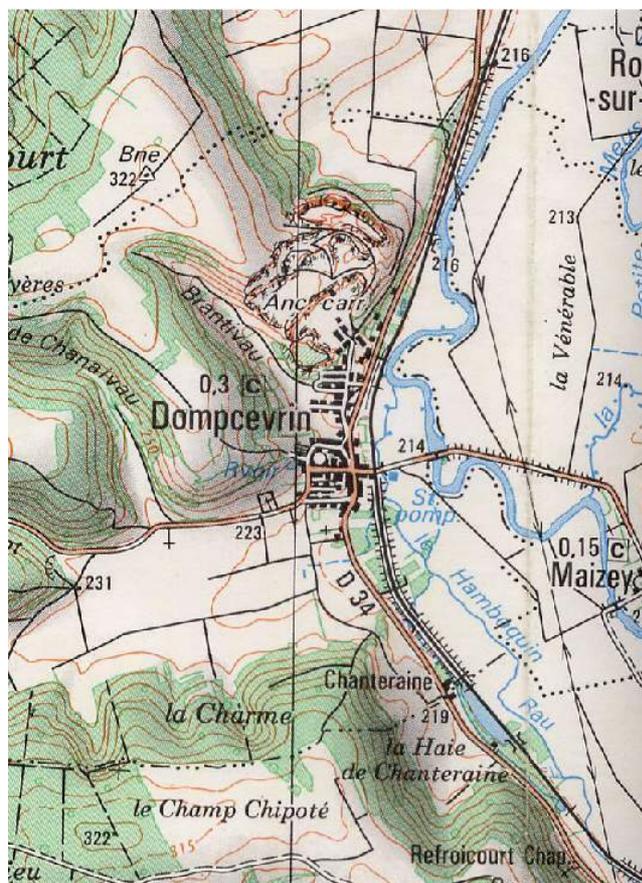


Fig. 35 Faunes coralliennes des Calcaires coralliens d'Euville (C.C.E.) dans la carrière encore en exploitation

Arrêt 2.3 Dompcevrin

Localisation

1 km



coordonnées : x= 830,7
(Lambert I) y = 1142,2

accès : A partir de Saint-Mihiel descendre la vallée de la Meuse en rive gauche vers le Nord jusqu'au village de Dompcevrin. Dans la partie nord du village, un chemin monte vers la gauche en direction des anciennes carrières et longe les fronts nord qui ont été plus ou moins comblés par une décharge.

carte géologique :
Saint-Mihiel XXXII-14
au 1/50 000

Fig. 36 Localisation de la carrière de Dompcevrin (d'après la carte IGN à 1/25 000 Saint Mihiel)

Stratigraphie

complexe	formation	étage et sous-étage	zone	sous-zone
Complexe récifal supérieur	Oolithe de Saint-Mihiel	Oxfordien moyen	Transversarium	Schilli

Thématique

Mots clés : cyclones, plages, brèches coralliennes, faciès à *Diceras* et nérinées, bordure de plate-forme.

Sujet : La carrière de Dompcevrin est située à la bordure d'une plate-forme qui s'ouvrait vers le nord-est en direction de la mer germanique. Cette bordure de plate-forme était affectée par les cyclones qui sont ici enregistrés sous la forme de levées détritiques coralliennes qui viennent tronquer les plages. C'est dans

ces faciès à fleur d'eau que sont situés les faciès à *Diceras*, nérinées et chaetetidés.

Présentation du site

La carrière de Dompcevrin, jadis exploitée pour des fours à chaux, se présente en quatre paliers d'exploitation sécants par rapport à la stratification qui permettent d'observer sur une quarantaine de mètres d'épaisseur une partie stratigraphiquement assez haute du Complexe récifal supérieur (Fig.37).

Références bibliographiques

Beauvais (1964), David C. (1996), Heinze (1991), Hilly et Haguenaer *et al.* (1979), Humbert (1971), Laternser (2001), Lathuilière, Geister et Chalot (1994), Skelton et Smith, (2000), Steuber (site web).

Observations :

L'affleurement présente des dépôts variés de plate-forme carbonatée peu profonde. Ils se répartissent entre 4 faciès principaux :

-Bioconstruction corallienne

Ce faciès très limité en extension n'affleure que sur la partie nord de la carrière à la base de la série. C'est un *framestone-mixstone* présentant une bonne diversité corallienne (Fig. 38). On y trouve également des microbialites et des *Paracidaris*.

-Plages oolithiques

Ce faciès correspond à un grainstone oolithique très pur et bien classé. La faune y est rare et peu diversifiée comprenant quasi-exclusivement des débris de bivalves organisés en lamines horizontales successives. Localement, des fragments de coraux branchus remaniés et de rares nérinées sont disséminés à l'intérieur de ce faciès. Ces niveaux présentent des laminations planes ou à angles faibles caractéristiques des environnements de plage.

-Brèches coralliennes de cyclones

La présence de mégaclastes coralliens remaniés (diamètre pouvant dépasser un mètre) caractérise ce faciès. Les dépôts sont chaotiques, sans stratifications ni structures sédimentaires apparentes. La base de ces niveaux ravine les bancs sous-jacents (Fig.40) et peut localement souligner des gouttières d'érosion de

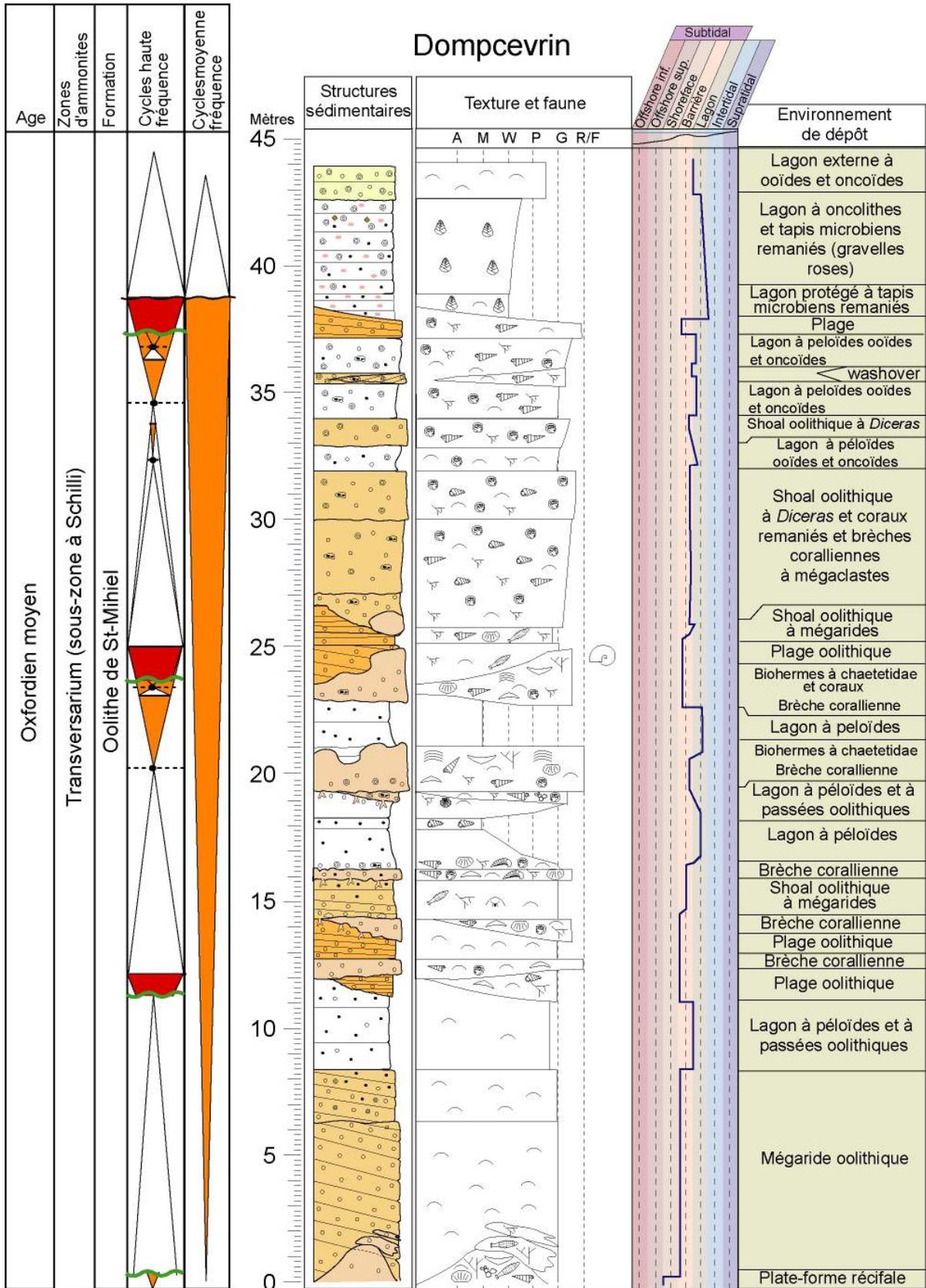


Fig. 37 Coupe de Dompcevrin et son découpage séquentiel

large envergure (jusqu'à plusieurs mètres de largeur). La matrice entre les débris coralliens anguleux sans traces d'usure correspond à un grainstone oolithique mal trié. L'ensemble de ces caractéristiques indique des apports ponctuels sur la plate-forme induits par des événements d'énergie considérable capables de remanier des blocs coralliens de grande taille.

-Shoal oolithique à *Diceras* et nérinées

Ce faciès est caractérisé par une grande abondance de *Diceras* et de nérinées. L'ensemble des organismes n'est pas en position de vie et est souvent brisé. Le sédiment entre les bioclastes correspond à un grainstone oolithique et parfois oncolithique mal trié. Les rares structures sédimentaires observées sont des stratifications obliques entrecroisées caractéristiques de mégarides ainsi que des surfaces de ravinement discrètes à l'intérieur d'ensembles sans stratification distincte. De nombreux *Chaetetidae* roulés apparaissent dans ces faciès. L'ensemble de ces caractères suggère un environnement de *shoal* (mégarides) oolithique relativement protégé à *Diceras*, mais cependant temporairement agité pour permettre la formation d'oncoïdes. L'augmentation sur une large épaisseur de la quantité de matériel allochtone (coraux) associée à l'augmentation de la taille des éléments constitutifs des dépôts semble souligner la migration des faciès vers un environnement plus ouvert.

-Lagon à péloïdes et bioconstructions à *Chaetetidae* et coraux

Ce faciès est constitué presque exclusivement de péloïdes. De rares oncoïdes sont parfois présents. La faune y est rare voire absente et peu diversifiée. Lorsqu'elle est présente, elle est constituée de bivalves et de gastropodes. Des morphologies biohermales apparaissent à l'intérieur des faciès de lagon (Fig. 39). Celles ci correspondent à des bioconstructions à *Chaetetidae*, coraux branchus (*Stylosmilia* ?) et microbes. Une association symbiotique coraux-chaetetidés très semblable à celle récemment décrite par Kolodziej (2003) peut être observée. Les encroûtements microbiens constituent la majorité de la trame construite. Les bancs carbonatés lagunaires viennent en *onlap* sur les bioconstructions. Le sommet de la coupe renferme des oncoïdes dont la quantité augmente vers le haut, ainsi que de nombreux intraclastes roses probablement issus du remaniement de tapis microbiens. Ce faciès est caractéristique d'un environnement de lagon restreint défavorable au développement de la faune benthique. Toutefois, au sommet de la carrière, l'augmentation de la quantité d'oncoïdes anticorrélée avec la quantité d'intraclastes microbiens marque un environnement de plus en plus ouvert.

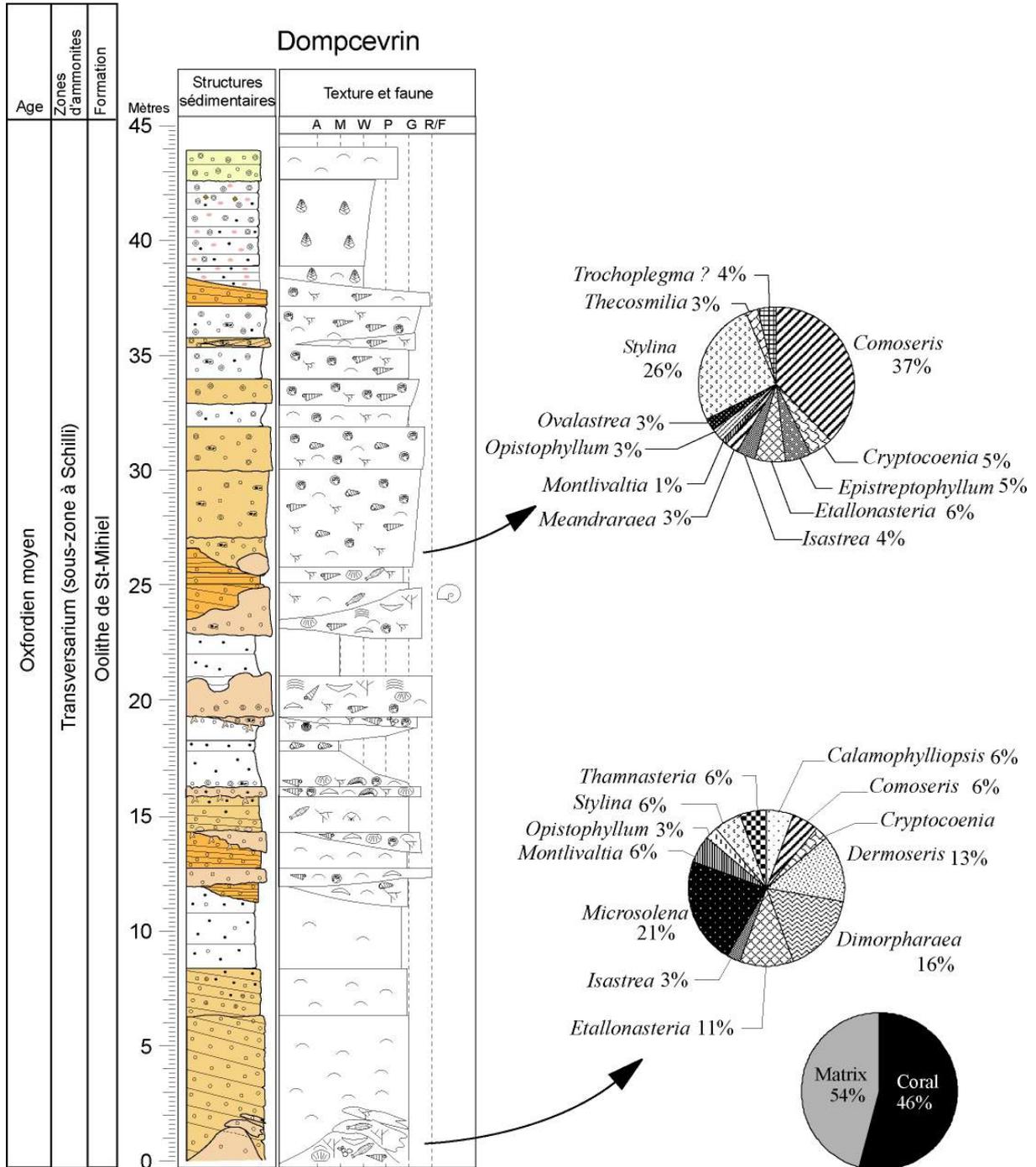


Fig. 38 Associations coralliennes le long de la coupe de Dompcevrin

Le contenu fossile provient surtout des brèches et des bioconstructions ; il est extrêmement abondant et diversifié, la liste ci-dessous est loin d'être exhaustive.

Algues : indéterminées

Végétaux terrestres: *Zamites*

Spongiaires : *Ptychochaetetes ponticus*

Cnidaires: voir Fig. 38

Annélides : *Serpula*

Bivalves : *Epidiceras sinistrum*, *Epidiceras speciosum*, *Diceras arietinum* (déterminations P. Skelton), *Ctenostreon proboscideum*, *Myophorella*, hétérodontes divers indéterminés, *Pterocardia*....

Ammonites : *Subdiscosphinctes (Aureimontanites)* sp. (détermination R. Enay)

Gastropodes : *Ptygmatis bruntrutana*, *Cossmanea desvoidyi*, *Purpuroidea*, *Aptyxiella*... (cf Levasseur 1934)

Brachiopodes : *Juralina bauhini*

Bryozoaires : ? *Plagioecia*

Echinides : *Paracidaris florigemma*...

Ichnofossiles : *Gastrochaenolites*, *Entobia* et autres perforations

Vertébrés: dents de sélaciens et de reptiles

Interprétation :

Lorsqu'elles sont visibles, les progradations des plages s'effectuent en direction du nord-est. Ceci tend à indiquer une ouverture de la plate-forme sur la mer ouverte dans cette même direction (Fig. 41 et 42). De plus, la présence de brèches coralliennes à mégaclastes de plusieurs tonnes a été abondamment décrite sur certains récifs annulaires et îles de l'Océan Pacifique après le passage d'un cyclone (Scoffin, 1993; Noormets *et al.*, 2002 ; Baines *et al.*, 1974 ; Bourrouilh-Le-Jan et Talandier, 1987). Ce type de dépôt apparaît essentiellement sur les plages au vent faisant face à l'avancée du cyclone. Les brèches cycloniques sont capables de tronquer le sommet des plages. Ceci a été observé à Dompcevrin (Fig. 40).

D'un point de vue séquentiel, les progradations de plages indiquent un contexte régressif. En revanche, la préservation des brèches coralliennes, la présence de bioconstructions et l'absence d'ooïdes dans les faciès de lagon plaident en faveur d'une augmentation de l'espace disponible et de l'accommodation lors du dépôt des boues lagunaires à péloïdes. Une telle relation séquentielle entre les faciès oolithiques et les faciès de lagon a été envisagée par Hine (1977) pour les *shoals* oolithiques des Bahamas.



Fig. 39 Panorama du front de taille inférieur

L'étude préliminaire des faunes coralliennes suggère que les organismes présents dans les niveaux de brèche ne formaient pas de réelle bioconstruction, mais vivaient en colonies isolées sur un fond meuble. La grande diversité des genres et des formes coralliennes (B. Martin-Garin, thèse en cours) implique un environnement de vie bien éclairé, très peu profond. Ces observations associées à la présence de plages semblent indiquer qu'il n'existait pas une réelle barrière en bordure nord-est de la plate-forme, mais plutôt des colonies coralliennes disséminées en avant de la plage. Cette hypothèse va dans le sens d'une pente peu accusée sans platier récifal en direction de la mer ouverte. Ce type de morphologie d'avant-plage, qui serait à l'origine de la grande quantité de coraux remaniés et exportés sur la plate-forme, semble d'autant plus envisageable qu'aucun système d'éperons et sillons solidement argumenté n'a été décrit dans des dépôts jurassiques jusqu'à présent.

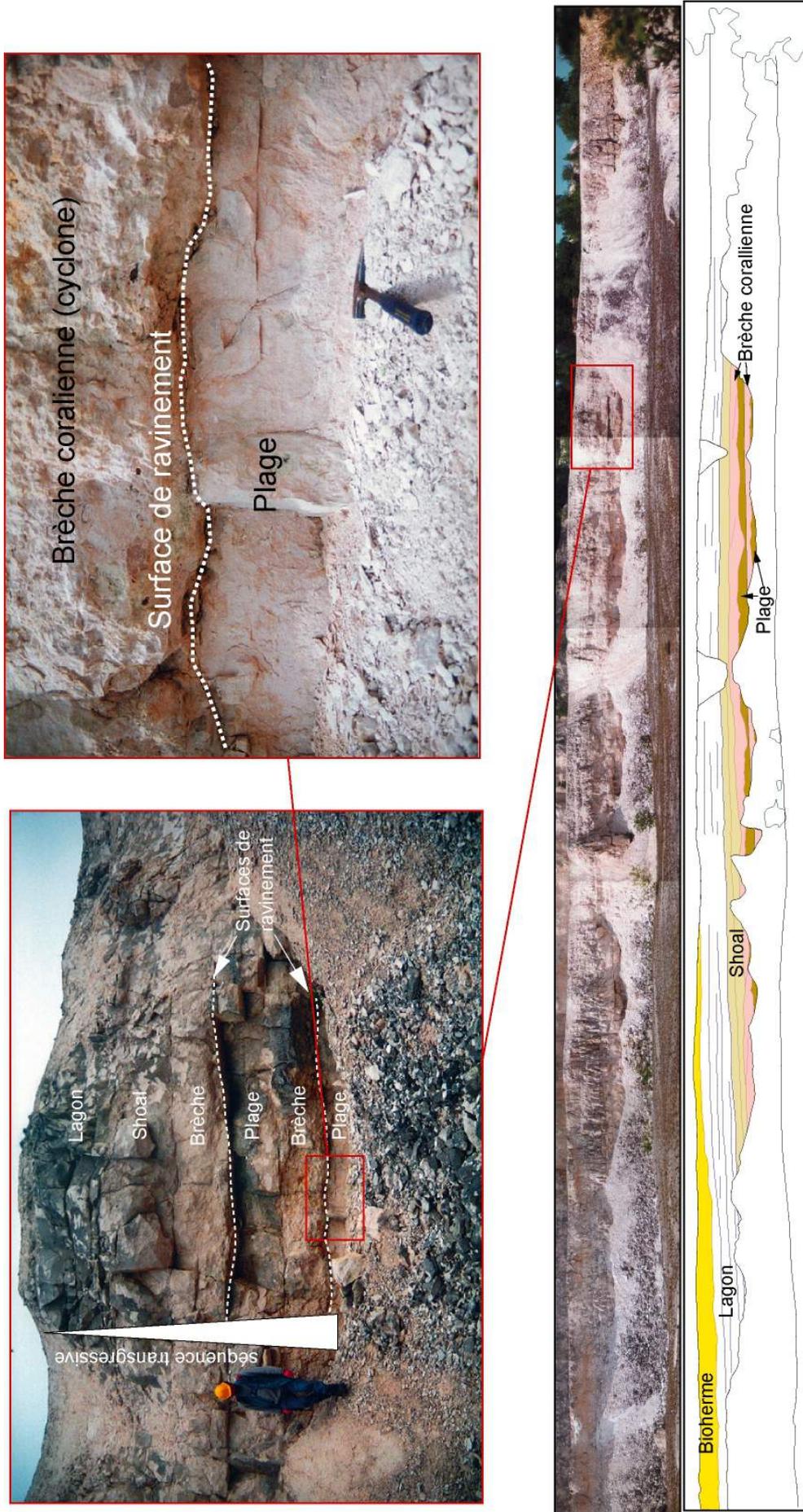
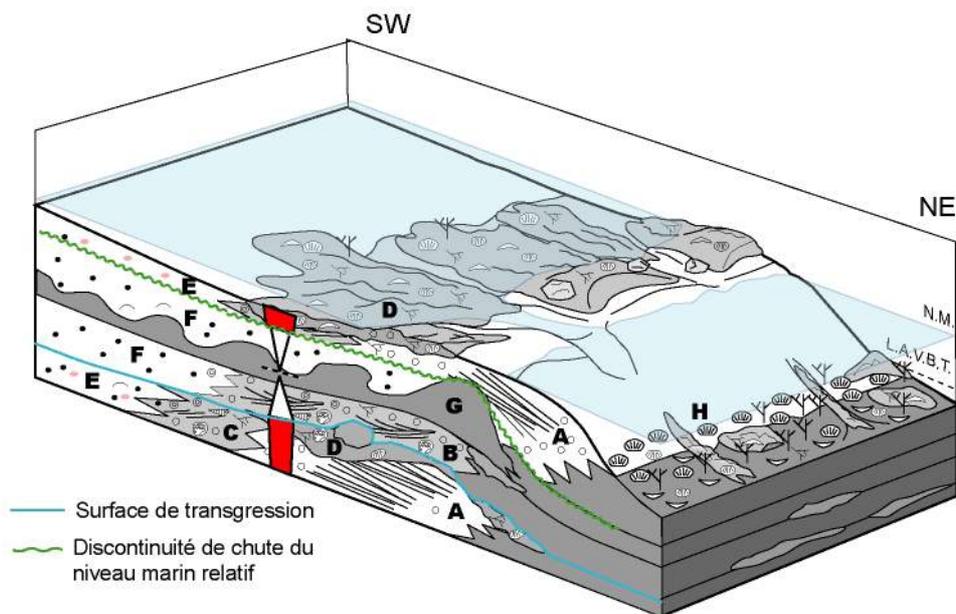


Fig. 40 Panorama du front de taille intermédiaire



A : plages oolithiques à brèches coralliennes et mégaclastes; B : Shoal oolithique à mégarides, *Diceras* et nérinées; C : shoal oolithique à *Diceras* et lobes de spillover; D : brèches coralliennes; E : lagon à péloïdes, intraclastes microbiens et pauvre en faune; F : lagon à péloïdes et rares oncolithes; G : Biohermes; H : avant plage à colonies coralliennes en pavements éparés

Fig. 41 Modèle de faciès associé à la bordure nord-est de la plate-forme.

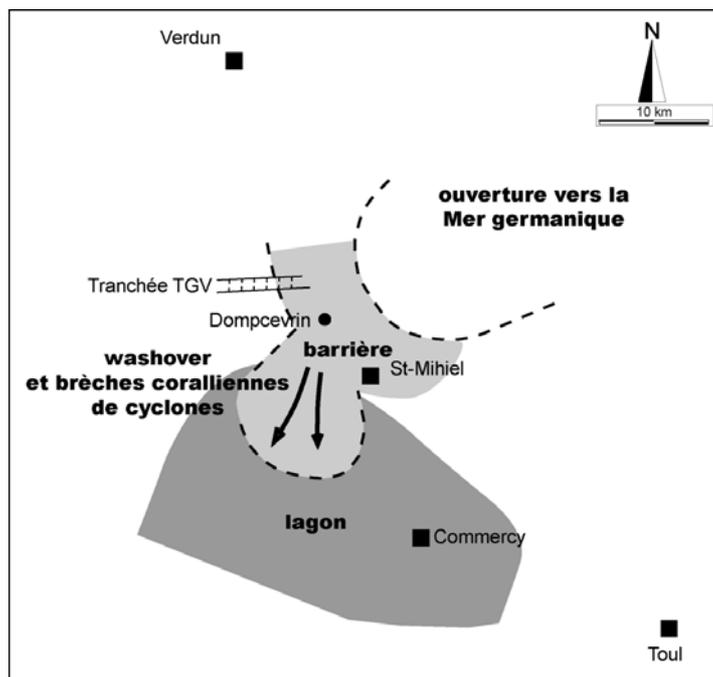
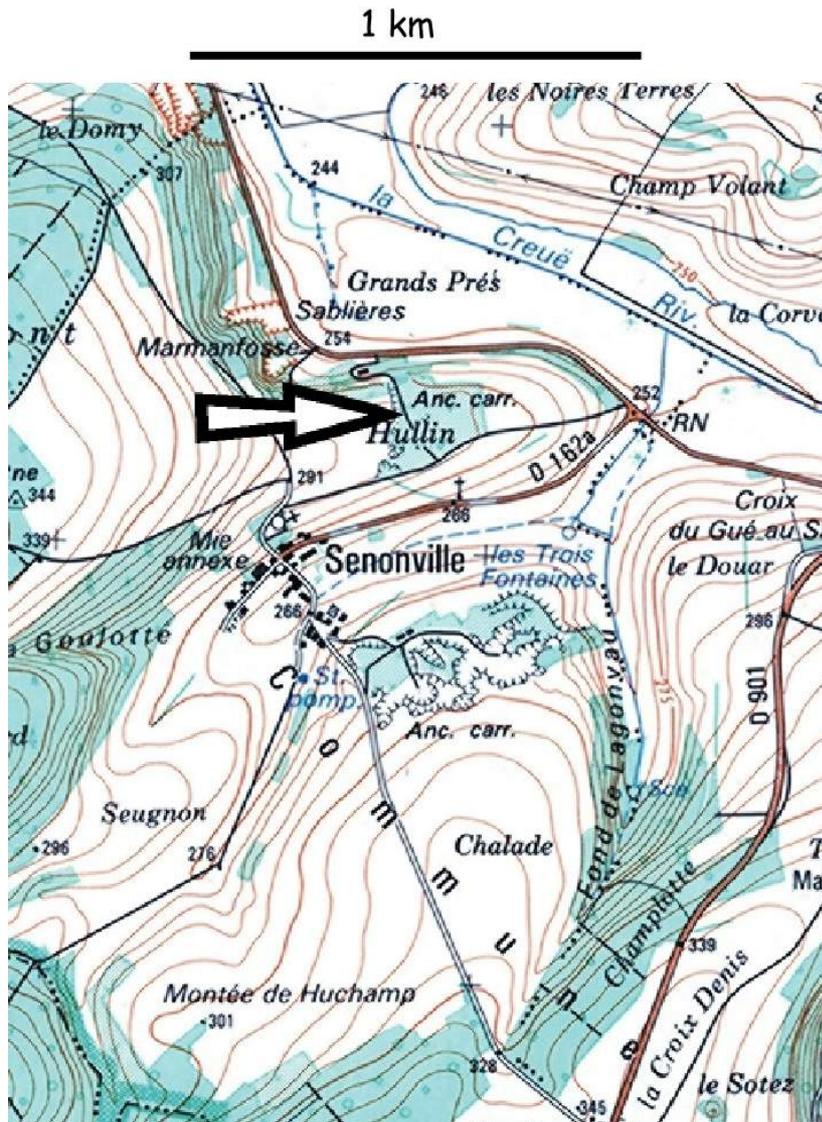


Fig. 42 Carte paléogéographique simplifiée du secteur de Dompcevrin pendant le dépôt de l'Oolithe de Saint-Mihiel

Arrêt 2.4 Senonville

Localisation



coordonnées : x= 838.5
(Lambert I) y=1143

accès : En venant de Lamorville puis Lavignéville, on remonte la vallée de la Cruë par la D162 jusqu'à l'entrée de la carrière matérialisée par une maison et un hangar avec l'indication de la société I.T.P.

carte géologique : Saint-Mihiel XXXII-14 au 1/50 000

Fig. 43 La carrière de Senonville (d'après la carte IGN à 1/25 000 3214 est)

Stratigraphie

unité lithostratigraphique	étage et sous-étage	zone
Calcaires de Cruë	Oxfordien moyen	Transversarium
Calcarénite d'Haudainville	Oxfordien moyen	Plicatilis et/ou Transversarium
Calcaires construits de la Mésangère	Oxfordien moyen	Plicatilis et/ou Transversarium
Pierre d'Euville-Lérouville	Oxfordien moyen	Plicatilis et/ou Transversarium
Oncolithe de Senonville	Oxfordien moyen	Plicatilis et/ou Transversarium
Oolithe ferrugineuse de Senonville	Oxfordien moyen	Plicatilis

Thématique

Mots clés : hiatus, niveau condensé, tectonique

Sujet : La carrière de Senonville permet d'observer une série condensée entre le sommet du Terrain à Chailles et les Calcaires de Creuë. En effet, le Complexe récifal inférieur est absent de la série. De plus l'équivalent latéral des Marnes blanches des Eparges ainsi que l'entroquite ont une épaisseur très réduite. Cette condensation de la série sédimentaire pourrait être due à des phénomènes tectoniques en relation avec une activité de la faille de Metz et de ses satellites.

Présentation du site

La carrière de Senonville est actuellement exploitée pour l'extraction de la Pierre d'Euville-Lérouville. Elle présente un ou deux paliers d'exploitation qui permettent d'observer, sur une quinzaine de mètres d'épaisseur, la succession depuis l'Oolithe ferrugineuse jusqu'aux Calcaires de Creuë (Fig.44). Cette carrière située en sommet de colline est perturbée par le fauchage des dalles de calcaire sur leur soubassement argileux.

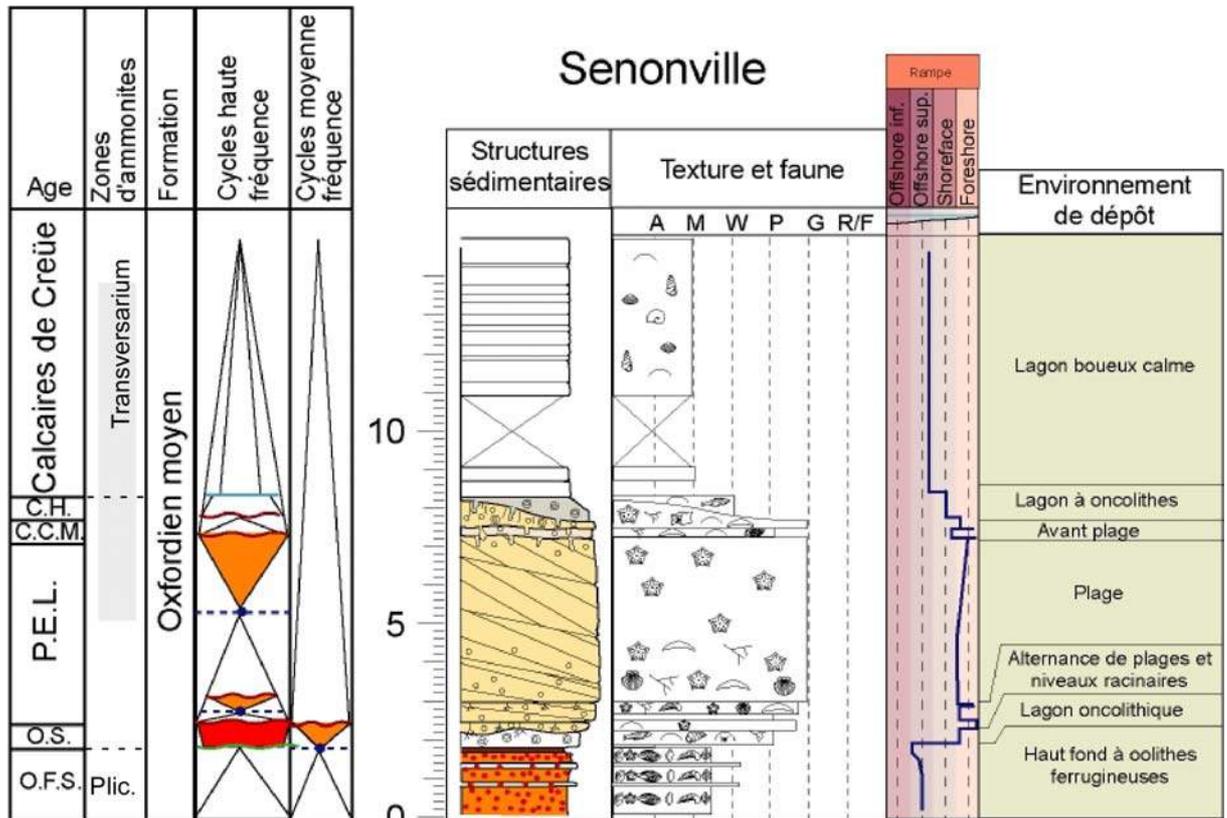
Références bibliographiques :

Cette carrière, dont l'exploitation a été reprise récemment, n'a encore jamais été décrite. Les références trouvées pour Senonville dans la littérature (Humbert, 1971, pl. 117 ; Hilly et Haguenaer, 1979, p.129 ; David J., 1998) font davantage référence à l'ancienne carrière au Sud du village (Fig. 43).

Observations :

-Oolithe ferrugineuse de Senonville

La base de la coupe débute par 1,5 mètres de calcaires argileux brunâtres à texture wackestone renfermant des oolithes ferrugineuses. La faune y est abondante et diversifiée rappelant celle observée dans le Terrain à Chailles (cf. arrêt 2.1 Foug). Ce premier niveau calcaire est surmonté par un intervalle argileux brun d'une épaisseur de 10 cm moins riche en oolithes ferrugineuses. La nature du sédiment et la qualité de l'affleurement n'ont pas permis d'observer de structures sédimentaires.



O.F.S.=Oolithe ferrugineuse de Senonville; O.S.=Oncolithe de Senonville
 P.E.L.=Pierre d'Euville-Lérouville; C.C.I.=Calcaires coralliens de la Mésangère
 C.H.=Calcarénite d'Haudainville

Fig. 44 Coupe de Senonville

Faune de l'Oolithe ferrugineuse

Bivalves : *Pholadomya protei*, *Isognomon*, *Gryphaea dilatata*, *Lopha*, *Nanogyra nana*, *Ctenostreon*, *Modiolus*, *Pleuromya*, *Atreta*, *Radulopecten*

Ammonites : une ammonite indéterminée

Gastropodes : une espèce indéterminée

Brachiopodes : *Torquirhynchia*, *Gallienithyris*, thécidés

Crinoïdes : *Millericrinus*,

Echinides : radiole non déterminée

Bryozoaires : *Stomatopora* sp.

Annélides : *Serpula (Cycloserpula) gordialis*, *S. (Dorsoserpula) sp.*

Ichnofossiles : *Entobia*,

-Oncolithe de Senonville (équivalent latéral du Complexe récifal inférieur)

Les marnes à oolites ferrugineuses sont recouvertes par un calcaire blanchâtre à texture packstone. Il est constitué en grande partie par des oncoïdes à nubéculaires. La faune est essentiellement représentée sous la forme de bioclastes et quelques valves de *Radulopecten*. En lame mince, la matrice entre les grains carbonatés est parfois peloïdale. Plusieurs structures circulaires ou

allongées de quelques millimètres de diamètre, remplies de grands cristaux de calcite et pouvant avoir une enveloppe ferrugineuse (hématite ?), traversent les grains constitutifs du sédiment (Fig. 45). Ces structures correspondent à des rhizolithes se développant depuis le sommet des calcaires oncolithiques. En effet, des manchons racinaires anastomosés ferruginisés plus ou moins dégagés du sédiment et remplis de calcite ont été observés au sein des calcaires oncolithiques (Fig. 45).

-Pierre d'Euville-Lérouville

La Pierre d'Euville-Lérouville a une épaisseur ici d'au maximum 5 mètres. Elle est constituée d'articles de crinoïdes du genre *Pentacrinus buschsgauensis* et *Isocrinus pendulus* (David J., 1998). Cette association est considérée par cet auteur comme indiquant un milieu de vie plus profond que lorsque *Pentacrinus buschsgauensis* est exclusif au sein des dépôts (comme c'est le cas à Euville). Le sédiment est bien trié. Les premiers mètres inférieurs de la formation sont constitués par des calcaires grainstones bioclastiques à entroques, huîtres, coraux remaniés, pectinidés et oursins. En revanche, la partie supérieure de la formation est constituée quasi exclusivement d'entroques et présente des laminations obliques de plages à progradation apparente en direction du sud ouest (ces progradations sont notamment bien visibles dans la carrière abandonnée située de l'autre côté de la vallée). Les derniers centimètres supérieurs de la Pierre d'Euville-Lérouville présentent des ciments stalactitiques asymétriques de type *beachrock*. La roche a localement une texture packstone due à la percolation d'un sédiment interne micritique péloïdal depuis le sommet. Le toit de la formation est marquée par une surface irrégulière perforée par *Gastrochaenolithes* (Fig. 45). La partie supérieure des perforations est tronquée par la formation sus-jacente.

Faune de la Pierre d'Euville-Lérouville

Cnidaires : *Thamnasteria dendroidea*, *Thamnasteria lamellaires*, *Comoseris*, *Fungiastraea*, *Cryptocoenia*, *Thecosmilia*, *Isastrea* (tous sont remaniés)

Annélides : *Serpula (Cycloserpula) sp*

Bivalves : *Barbatia*, *Radulopecten*, *Camptonectes (Camptochlamys)*, *Plagiostoma*, *Lopha*, *Chlamys*, *Ctenostreon*.

Crinoïdes : *Pentacrinus buchsgauensis*, *Isocrinus pendulus*, *Apiocrinus*

Echinides : *Paracidaris florigemina*

Ichnofossiles : *Gastrochaenolites*, *Entobia*

-Calcaires coralliens de la Mésangère

Cette formation est représentée par un banc calcaire bioclastique d'une dizaine de centimètres d'épaisseur, riche en éponges siliceuses probablement en

place et en coraux branchus remaniés. La texture est wackestone à grainstone. Le sédiment est mal trié et marqué par une diminution drastique de la quantité d'entrouques par rapport à la Pierre d'Euville-Lérouville. La faune est diversifiée et se présente sous la forme de bioclastes de grande taille. La surface sommitale est irrégulière et perforée (Fig.45). Les perforations du genre *Gastrochaenolithes* sont de grande taille pouvant parfois traverser entièrement la formation et atteindre le sommet de la Pierre d'Euville-Lérouville.

-Calcarénite d'Haudainville

La Calcarénite d'Haudainville voit le retour d'un sédiment bioclastique à texture grainstone. Les ooïdes et les oncoïdes y sont abondants. La faune est diversifiée et présente des coraux remaniés ainsi que de nombreux bivalves. Le sédiment est mal trié et ne présente aucune structure sédimentaire. La surface sommitale est irrégulière et laisse apparaître des perforations de différents genres et notamment des *Trypanites* et des *Gastrochaenolithes* (Fig.45). En lame mince, les derniers centimètres de la formation sont parcourus par plusieurs surfaces perforées marquant chacune une transition vers des faciès de plus en plus fins (Fig.45). Les ciments observés sont de type fibreux isopaque et indiquent une diagenèse marine.

-Calcaires de Creuë

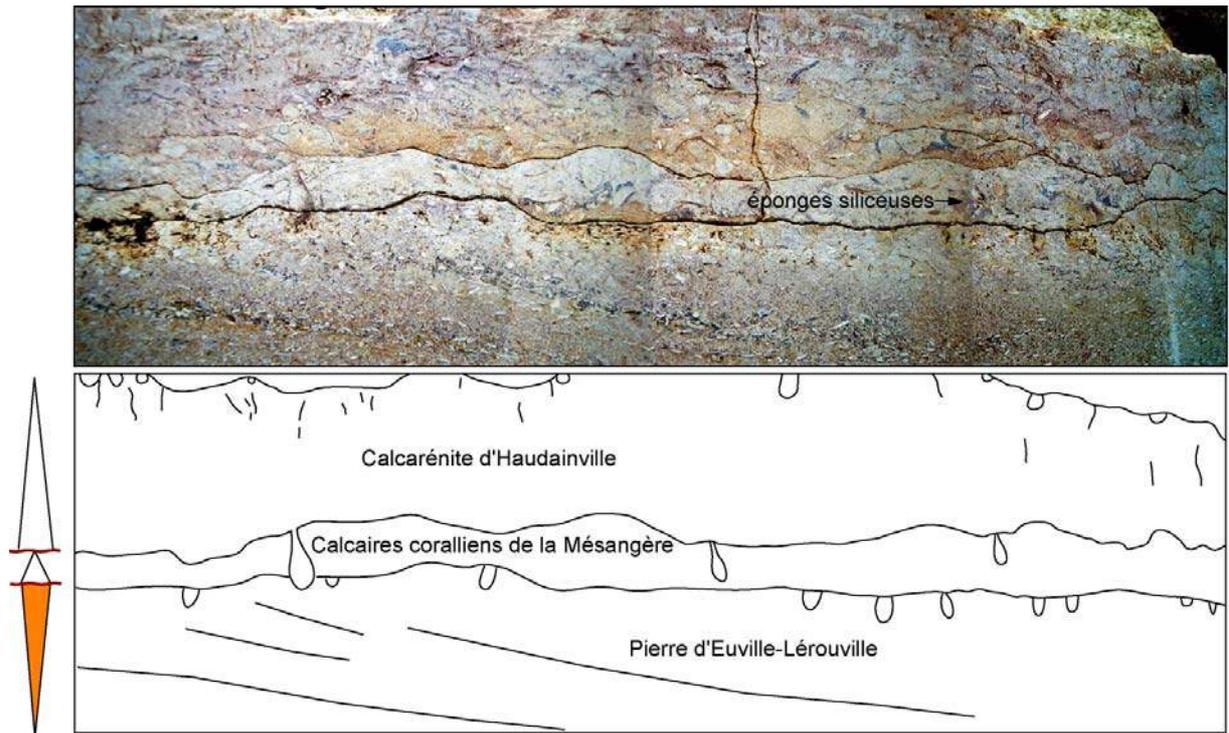
Les calcaires de Creuë débutent par un intervalle de 30 cm d'épaisseur constitué par des calcaires gris oncolithiques à texture wackestone riches en radioles d'échinodermes. Rapidement, ces calcaires passent à leur sommet à des calcaires fins à texture mudstone organisés en bancs décimétriques. Ces derniers présentent une faune benthique plus rare que les niveaux précédents et les ammonites n'y sont pas rares. Les Calcaires construits d'Euville qui correspondent à l'équivalent latéral des Calcaires de Creuë dans d'autres secteurs de la plate-forme sont ici inexistantes.

Faune du Calcaire de Creuë

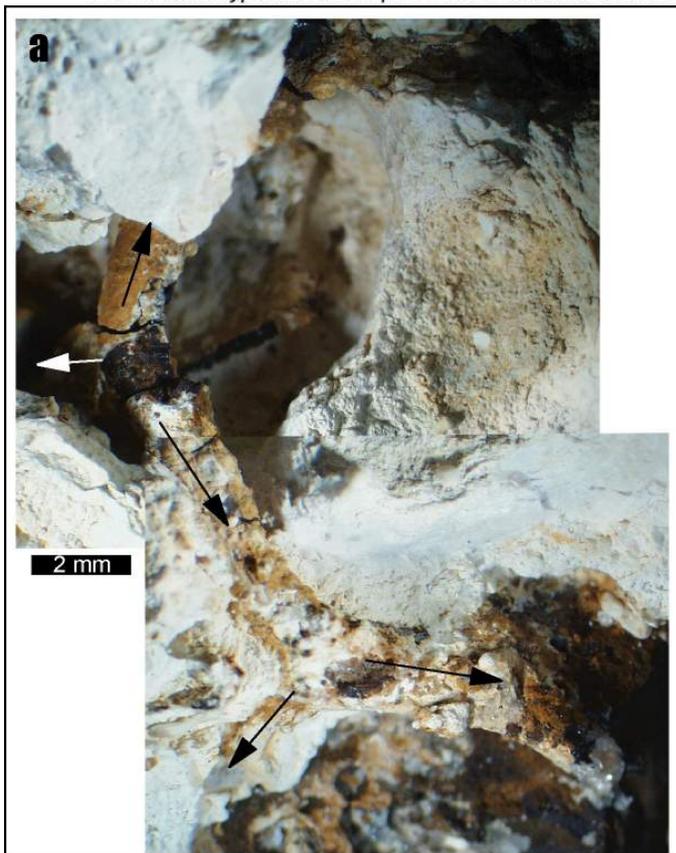
Bivalves : *Pholadomya*, *Goniomya*, *Cercomya*, *Gervillella*, *Pleuromya*, *Pinna*, *Modiolus*

Ammonites : *Perisphinctes* à déterminer et rares oppelidés

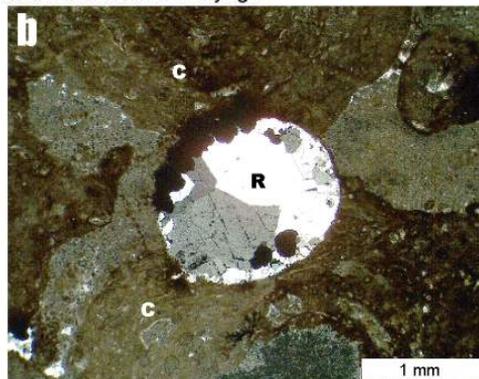
Ichnofossiles : *Planolites* ?



Différentes surfaces perforées au sommet de la Pierre d'Euville-lérouville, des Calcaires coralliens de la Mésangère et de la Calcarénite d'Haudainville. Les deux surfaces inférieures peuvent indiquer des émerSIONS alors que la surface sommitale à *Trypanites* correspondrait à une surface d'arrêt de sédimentation d'ennoyage



Manchon racinaire anastomosé au sein de l'Oncolithe de Senonville



Perforation d'origine racinaire (R) au sein des calcaires oncolithiques. Celles ci sont remplies de grands cristaux sparitiques et traversent aussi bien le cortex des oncoïdes (C) que la matrice



Plusieurs surfaces durcies (1 et 2) au sommet de la Calcarénite d'Haudainville. Chacune de ces surfaces est perforée (P). Au cours du temps l'évolution des dépôts indique un environnement de plus en plus calme

Fig. 45 Aspects détaillés de surfaces remarquables

Interprétation :

L'Oolithe ferrugineuse de Senonville correspond à un niveau condensé. Les oolithes ferrugineuses ont été observées au niveau des discontinuités de chute du niveau marin relatif, au niveau des surfaces de transgression et au niveau des surfaces d'omission (Burkhalter, 1995). Le critère le plus important pour leur formation est un très faible taux de sédimentation. A Senonville, la formation de l'Oolithe ferrugineuse semble s'être produite en contexte de haut fond impliquant un taux de sédimentation plus réduit que dans d'autres secteurs de la plate-forme où l'Oolithe ferrugineuse est absente (cf. arrêt 2.1 Foug). En Bourgogne, Collin (2000) a interprété l'Oolithe ferrugineuse callovo-oxfordienne comme s'étant formée pendant les phases d'augmentation de l'espace disponible. Ici l'évolution depuis un calcaire à oolithes ferrugineuses vers des marnes illustre un ennoyage. Toutefois cette transgression reste peu marquée. Il est à noter que l'intervalle marneux pourrait correspondre à l'équivalent latéral des Marnes blanches des Eparges, d'autant plus que des huîtres indéterminées à serpules encroûtantes et perforations (rappelant les *Deltoideum delta* de la coupe de Foug, cf. arrêt 2.1 Foug) ont été récoltées.

La présence d'oncoïdes au sein de l'équivalent latéral du Complexe récifal inférieur indique un environnement relativement peu profond et au moins temporairement agité. Cette interprétation implique une situation en point haut du secteur de Senonville par rapport aux secteurs nord et sud de la plate-forme où le Complexe récifal inférieur s'est installé dans un environnement probablement d'offshore. Le forage de Koeur-la-Petite et les coupes de Varnéville et Varvinay, situées à quelques kilomètres au Sud-Ouest de Senonville, montrent la superposition de l'Oolithe ferrugineuse et du Complexe récifal inférieur. Ce dernier, ainsi que l'intervalle argileux situé au sommet de l'Oolithe ferrugineuse se développent rapidement en direction du sud-ouest (le Complexe récifal inférieur atteint une épaisseur d'au moins 5 mètres à Varnéville). Par conséquent le système de haut-fond envisagé pour le dépôt de l'Oolithe ferrugineuse sous-jacente semble perdurer pendant le dépôt du Complexe récifal inférieur.

L'émersion enregistrée au sommet des Calcaires à coraux de Foug à Euville (cf. arrêt 2.2 Euville) est marquée ici par la présence de rhizolithes au sommet des calcaires oncolithiques. Cette émersion est suivie par un nouvel ennoyage à la base de la Pierre d'Euville-Lérouville, illustré par la présence de nombreux coraux remaniés probablement issus du Complexe récifal inférieur et la transgression des plages entroquitiques. La faune représentée au sommet de l'entroquite ne comporte plus que des articles de crinoïdes et les structures de plages sont progradantes. Cette évolution associée à la présence de ciments de

type *beachrock* marque une diminution progressive de l'espace disponible qui aboutit à l'émersion matérialisée par la surface perforée du sommet de la Pierre d'Euville-Lérouville. Cette surface marque donc une émersion. Cette diminution de profondeur était enregistrée à Euville par des dépôts de type *beachrock* sans toutefois aboutir à une réelle émersion (cf. arrêt 2.2 Euville). La chute du niveau marin relatif plus marquée à Senonville qu'à Euville, indique la persistance du haut-fond apparu dès la formation de l'Oolithe ferrugineuse.

Les Calcaires coralliens de la Mésangère illustrent un léger ennoyage après l'émersion au sommet de la Pierre d'Euville-Lérouville. Cette transgression a raviné le sommet des dépôts sous-jacents et tronqué la partie supérieure des perforations. La présence d'éponges siliceuses en position de vie au sein des Calcaires coralliens de la Mésangère, indique un environnement légèrement agité riche en nutriments. La surface perforée au sommet de la formation pourrait représenter à la fois une discontinuité de chute et la surface de transgression qui la suit.

La Calcarénite d'Haudainville est probablement transgressive. Cette transgression a localement raviné les calcaires oolithiques du sommet des Calcaires coralliens de la Mésangère, tronquant localement le sommet des perforations. Les multiples surfaces perforées au sommet de la Calcarénite d'Haudainville marquent des arrêts de sédimentation ponctuant l'évolution du milieu vers des environnements lagunaires de plus en plus calmes. L'ensemble de ces critères associés à la présence de ciments exclusivement marins plaident en faveur d'une origine transgressive des multiples surfaces perforées.

Finalement cette transgression a abouti à la mise en place des Calcaires de Creuë dont la présence est généralisée sur une grande partie de la plate-forme entre les reliefs construits. Dès lors, le système de haut-fond localisé dans le secteur de Senonville depuis le début de l'Oxfordien moyen semble avoir disparu.

En conclusion, l'Oolithe ferrugineuse de Senonville au sommet du Terrain à Chailles annonce, dès la base de l'Oxfordien inférieur, la délimitation de plusieurs aires de sédimentation qui ont perduré jusque pendant la zone à *Transversarium*. La localisation des séries condensées à Senonville pourrait être mise en relation avec une activité tectonique liée à la faille de Metz et/ou à l'anticlinal de Lorraine identifié depuis le Jurassique inférieur (Le Roux, 1999).

3ème jour

Arrêt 3.1 Pagny-sur-Meuse

Localisation

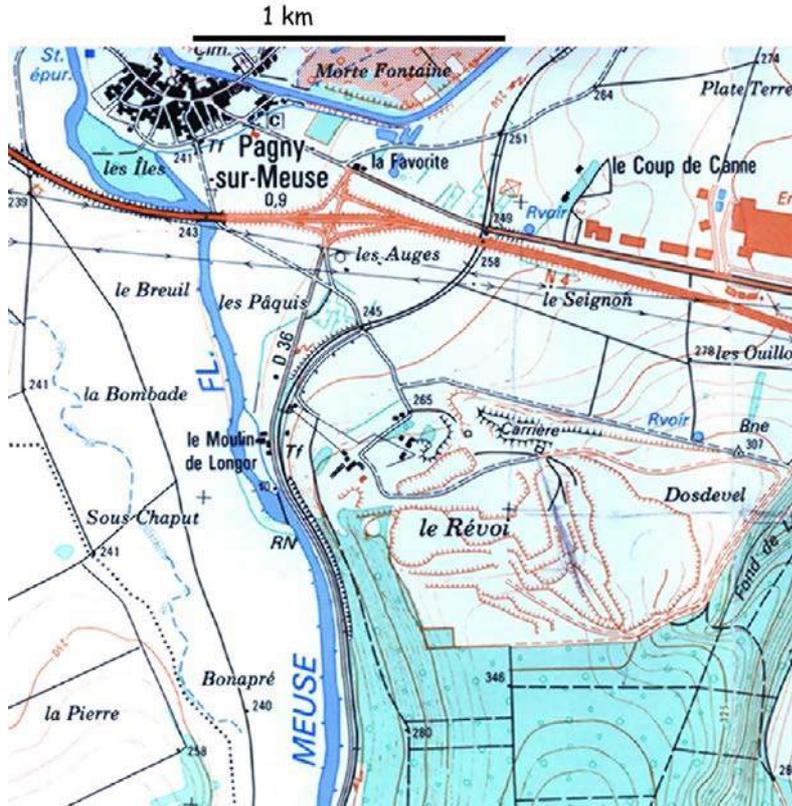


Fig. 46 Carrière du Révoi à Pagny-sur-Meuse (d'après la carte IGN à 1/25 000 Commercy)

coordonnées :
x=850 (Lambert I)
y=1114

accès : Prendre la RN4 depuis Nancy en direction de Bar-le-Duc. La taille imposante de la carrière permet de la voir depuis la route sur la gauche en arrivant à Pagny-sur-Meuse.

Prendre la sortie Pagny-sur-Meuse puis passer sous la nationale après avoir fait un tour de rond-point. La route menant à la carrière se trouve légèrement sur la gauche (éviter la voie la

plus à gauche qui est l'accès à la nationale en direction de Nancy). Pour les autorisations d'accès contacter la société Novacarb qui exploite la carrière.

carte géologique : Commercy XXXII-15 au 1/50 000

Stratigraphie

unité lithostratigraphique	étage et sous-étage	zone
Marnes à serpules de Pagny	Oxfordien supérieur	Bimammatum
Oolithe de Saucourt supérieure	Oxfordien supérieur	Bimammatum
Marnes à huîtres de Pagny	Oxfordien supérieur	Bimammatum
Oolithe de Saucourt inférieure	Oxfordien supérieur	Bimammatum
Calcaires à polypiers de Pagny	Oxfordien supérieur	Bifurcatus à Bimammatum
Oolithe de Dugny	Oxfordien supérieur	Bifurcatus
Marnes silteuses de Maxey	Oxfordien supérieur	Bifurcatus
Craie de Sorcy	Oxfordien moyen	Transversarium
Calcaires de Dainville	Oxfordien moyen	Transversarium
Calcaires crayeux de Maxey	Oxfordien moyen	Transversarium
Calcaires coralliens d'Euville	Oxfordien moyen	Transversarium

Thématique

Mots-clés : lagon carbonaté/lagon argileux, production carbonatée, accommodation, tempêtes, récifs corallo-thrombolithiques, crise climatique.

Sujet : La carrière de Pagny-sur-Meuse montre une crise de la production carbonatée sur la plate-forme, au cours de la zone à Bifurcatus. Les structures sédimentaires aussi bien que les paléobiocénoses conservées permettent de tracer avec précision les évolutions des facteurs environnementaux.

Présentation du site

La carrière du Révoi de Pagny sur Meuse est une grande carrière exploitée par la société Novacarb pour l'industrie chimique à cause de la pureté de son carbonate de calcium. Le gisement est exploité en 3 fronts blancs surmontés d'une épaisse découverte, plus argileuse, plus sombre, elle même découpée en plusieurs fronts. La carrière, traversée par une faille, permet d'observer une épaisse section de l'Oxfordien (Fig.47) en présentant une rare diversité de faciès et de structures.

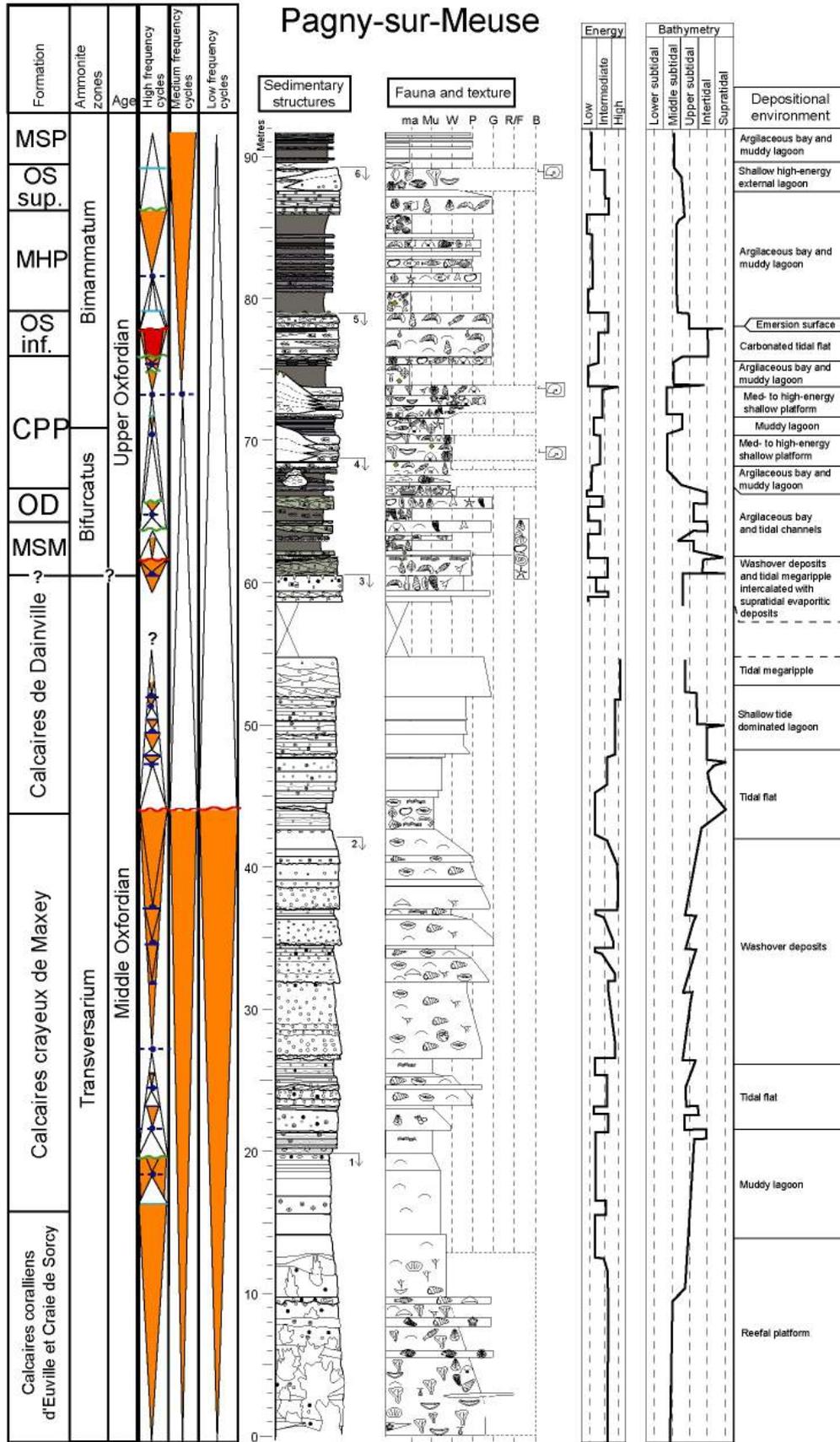
Références bibliographiques

Maubeuge 1968, Geister et Lathuilière 1991, Geister 1995, David C. 1996, Lathuilière, 1998, Dagallier *et al.*1999, Laternser 2001, Vincent 2001, Carpentier *et al.* 2002, Guillocheau, 2002.

Observations :

-Calcaires coralliens d'Euville et Craie de Sorcy

La base de la carrière est située dans les Calcaires coralliens d'Euville. Un bioherme corallo-thrombolithique d'extension latérale d'environ 100 mètres et d'une hauteur d'une quinzaine de mètres apparaît directement au-dessus du plancher de la carrière. Cet ensemble bioconstruit est formé de coraux très divers, lamellaires, en dôme et surtout de coraux branchus (Fig. 53). En effet, ce sont les genres *Aplosmilia* et *Stylosmilia* qui dominent la couverture corallienne probablement sous l'effet d'un stress lié à la sédimentation. *Aplosmilia*, les grosses colonies tridimensionnelles de *Stylina*, mais aussi les thalles de *Solenopora* présentent des croissances annuelles qui sont de l'ordre du centimètre. La croissance quasi-continue du récif laisse envisager l'extrême rapidité de cette sédimentation dans le récif et autour des récifs : moins de 1000 ans pour construire 10m de boundstone (Geister et Lathuilière, 1991 ; Geister,



MSM=Marnes silteuses de Maxey; OD=Oolithe de Dugny; CPP=Calcaires à polypières de Pagny
 OS=Oolithe de Saucourt; MHP=Marnes à huîtres de Pagny; MSP=Marnes à serpules de Pagny

Fig. 47 Coupe de la carrière du Revoi (d'après Olivier *et al.*, article en cours)

1995 ; Lathuilière, 1998). Les encroûtements microbiens sont relativement développés et peuvent atteindre une épaisseur de 5 cm (Olivier *et al.*, article en cours). Les organismes encroûtants sont représentés par *Bacinella irregularis*, *Lithocodium aggregatum*, *Terebella lapilloides*, des nubéculaires, de rares *Tubiphytes* et *Bullopore* (Olivier *et al.*, article en cours). La faune associée aux bioconstructions est abondante et diversifiée, elle comprend des crinoïdes (*Pentacrinus buschgauensis*), des rhynchonelles, des térébratules, des éponges calcaires, des gastéropodes, des échinides (*Paracidaris florigemma*), des algues rouges du genre *Solenopora* et des pectinidés...

Le sédiment inter et intra-récifal (Craie de Sorcy) correspond à un packstone péloïdal. Plusieurs surfaces de ravinement de tempêtes tronquent parfois le sommet des colonies coralliennes. Suite aux tempêtes, ces surfaces ont servi à l'installation de nouveaux coraux. Le sommet du bioherme est marqué par une dernière surface de ravinement de tempête. Verticalement, les faciès construits sont remplacés par un sédiment crayeux à texture mudstone dans lequel de rares coraux branchus isolés subsistent. Finalement, le sommet du premier front de taille coïncide avec l'apparition des premiers niveaux à tapis algaires et *bird eyes* qui viennent brutalement au sommet de la Craie de Sorcy.

Les coraux, les organismes microencroûtants et la présence relativement abondante de solénopores, indiquent un environnement oligotrophe bien éclairé (Olivier *et al.*, article en cours). L'existence de tempêtes d'intensité considérable capables de tronquer le sommet des colonies coralliennes, ainsi que la taille, la forme et la diversité des colonies, plaident en faveur d'un lagon relativement ouvert, pas complètement protégé par une barrière capable de briser l'intensité de la houle. Progressivement, la diminution progressive de l'espace disponible, l'envasement par la boue lagunaire et l'action des tempêtes aboutissent à la disparition des réelles bioconstructions. L'installation brutale des faciès intertidaux à tapis algaires et *bird eyes* marque une discontinuité de chute du niveau marin relatif synonyme de limite de séquence à moyenne fréquence.

-Calcaires crayeux de Maxey

Ces calcaires débutent avec l'apparition des lamines stromatolithiques. Ils s'organisent en paraséquences dont la base est représentée par des faciès grossiers de *washover* à péloïdes, intraclastes et oolites micritisées qui évoluent verticalement vers des faciès de lagon plus confinés à péloïdes et tapis algaires (Fig.48). La faune est plus diversifiée au sein des faciès de tempêtes et comprend notamment des coraux et des *Diceras* remaniés, des lamellibranches indifférenciés et des milioles. L'évolution verticale de ces paraséquences illustre une rétrogradation progressive des environnements de dépôt. En effet, les dépôts

subtidaux de *washover* sont de plus en plus importants au sein des séquences en montant dans la série.

Le sommet du deuxième front de taille permet d'observer une inversion de cette tendance et le retour vers des environnements de plus en plus restreints à *bird eyes*. La limite supérieure des Calcaires crayeux de Maxey coïncide avec un intervalle calcaire de 20 centimètres d'épaisseur, à surfaces de ravinement amalgamées (chenaux ?) visibles à la base du troisième front de taille (Fig. 49a). Cet intervalle renferme de nombreux débris ligniteux, des galets noirs, de nombreux ostracodes et des grains de quartz détritiques. Ce niveau à galets noirs caractérise un environnement de dépôt supratidal et est synonyme de minimum d'accommodation. Ce dernier a été considéré comme un maximum régressif à basse fréquence par Vincent (2001) et est l'aboutissement d'une tendance générale à la diminution d'espace disponible à basse fréquence enregistré depuis l'installation des Calcaires coralliens d'Euville.

-Calcaires de Dainville

Ils sont constitués par l'empilement vertical de paraséquences d'épaisseur variant entre 1 et 2 mètres. Les plus anciennes comprennent une partie inférieure calcaire à texture wackestone renfermant des lithoclastes microbiens (gravelles roses) et de rares oncoïdes. La partie supérieure est marquée par une diminution progressive de la quantité d'allochèmes. Les premières séquences au-dessus du

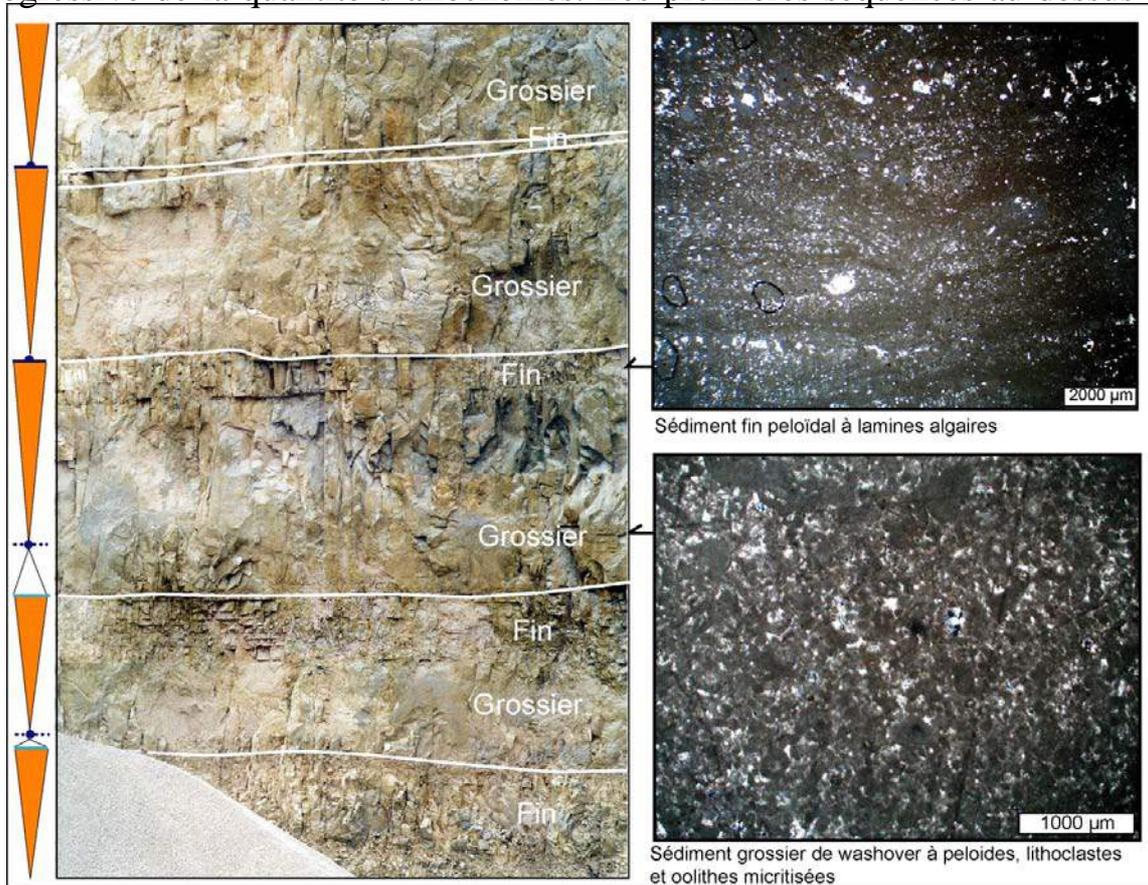
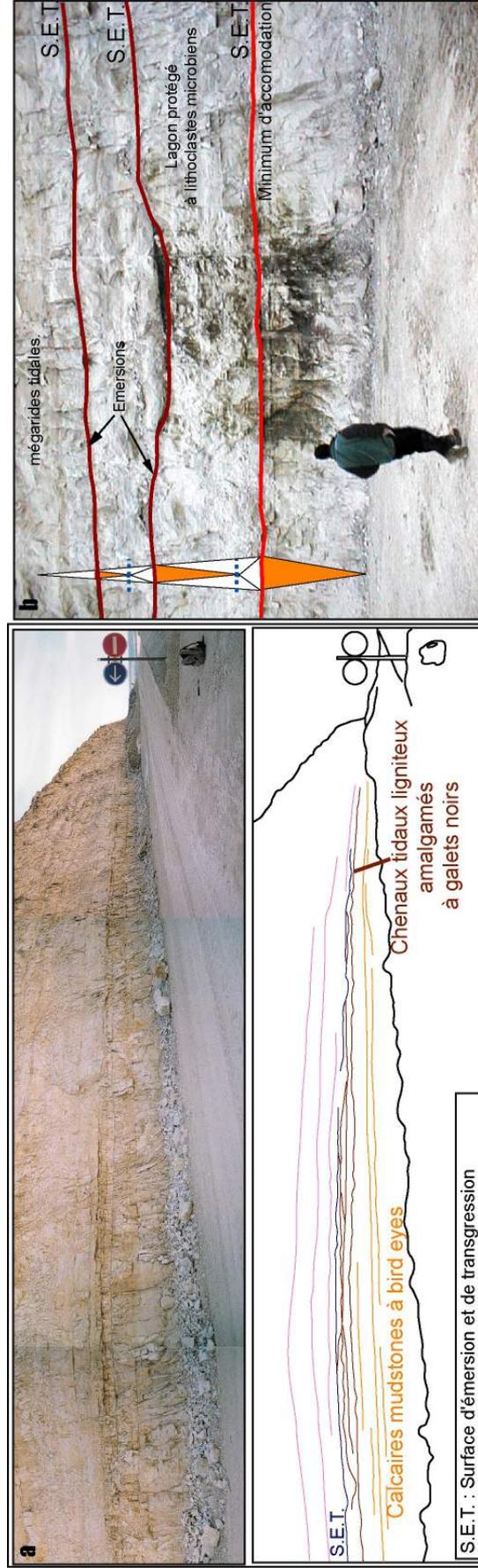


Fig.48 Enregistrement haute-fréquence dans les Calcaires crayeux de Maxey

minimum d'accommodation sont coiffées par des argiles supratidales (Fig. 49b) qui, en d'autres lieux sur la plate-forme, sont associées à des rhizolithes. L'apparition d'intercalations argileuses au sein des carbonates de plate-forme indique le début des décharges silicoclastiques. De tels environnements de dépôt ont été décrits par Enay *et al.* (1988) dans les faciès fini Oxfordien moyen du Jura. Comme pour les Calcaires crayeux de Maxey, l'évolution verticale des paraséquences souligne une migration progressive des environnements de dépôt vers des milieux plus ouverts. Ainsi, les faciès lagunaires confinés à gravelles roses de la base laissent place à des dépôts oolithiques à structures entrecroisées de mégaride tidale. Par conséquent, malgré la présence de surfaces d'émersion au sommet des premières paraséquences, la migration progressive des environnements de dépôts et la diminution du taux d'amalgame indiquent une reprise de l'accommodation pendant la mise en place des Calcaires de Dainville. Malheureusement, la partie supérieure du troisième front de taille n'est pas accessible. Quoi qu'il en soit, cette tendance à l'augmentation de l'espace disponible semble perdurer jusqu'au sommet des calcaires de Dainville marqué par la présence de lobes de *spillover*, de faciès lagunaires à coraux remaniés et spicules de spongiaires siliceux et de mégarides tidales oolithiques sous la surface sommitale du troisième front de taille. La surface au sommet des Calcaires de Dainville, sous les Marnes silteuses de Maxey, est caractérisée par la présence de structures vacuolaires et de lamines stromatolithiques d'environnement inter à supratidal (Fig. 50). Elles surmontent une surface d'aspect irrégulier qui pourrait être interprétée comme karstifiée. Les cristaux de gypse fibreux qui sont parfois associés à cette surface se retrouvent également à l'intérieur des diaclases verticales au sein des Marnes silteuses de Maxey sus-jacentes. C'est pourquoi les cristaux de gypse sont considérés comme secondaires et résultant de la circulation d'eaux surchargées en sulfates (présence importante de pyrite dans les niveaux sus-jacents) à l'interface entre les argiles et les calcaires. Cette surface marque une émersion au sommet des Calcaires de Dainville et est synonyme de limite de séquence à moyenne fréquence.

-Marnes silteuses de Maxey

Les Marnes silteuses de Maxey sont ici très réduites. Elles sont très riches en grains de quartz détritique. La faune rare comprend des ostracodes, des ostreïdés, des gastéropodes, des articles d'ophiurides, des spirillines et des lenticulines. Des macrorestes végétaux sont en revanche largement représentés. Parmi ces derniers le genre *Brachyoxylon* a été déterminé par M. Philippe.



Au dessus du maximum régressif les séquences de dépôt sont coffées par des surfaces d'émergence à argiles supratidales. Toutefois, l'espace d'accommodation augmente progressivement pour aboutir à des environnements de moins en moins restreints.

Fig. 49 Le passage Calcaire crayeux de Maxey - calcaire de Dainville

Ce genre a été largement reconnu dans le Jurassique de l'Europe de l'Ouest et d'après Garcia *et al.* (1998), sa présence dans les sédiments du Jurassique moyen et supérieur coïncide avec des périodes transgressives. Les transgressions ont piégé ces végétaux pionniers installés sur les zones émergées lors des bas niveaux marins. Ces marnes représentent la généralisation des décharges détritiques sur la plate-forme, associée à une reprise de l'accommodation suite à l'émersion du sommet de l'Oxfordien moyen. L'absence de faune marine diversifiée, l'abondance de débris végétaux et l'abondance de quartz détritique indiquent un environnement argileux confiné probablement de baie. Un niveau calcaire à galets perforés et coraux remaniés indique un maximum d'ennoyage (Fig.50) immédiatement suivi par le retour d'une sédimentation argileuse.

-Oolithe de Dugny

L'Oolithe de Dugny est caractérisée par deux chenaux tidaux oolithiques qui surmontent les Marnes silteuses de Maxey. Ils renferment des oolithes superficielles, des péloïdes et des intraclastes à spicules de spongiaires siliceux. La faune regroupe des brachiopodes indifférenciés, des lamellibranches, des ostracodes, des articles d'ophiurides, des milioles et des spirillines. La base des chenaux ravine les marnes sous-jacentes. Leur mise en place brutale au dessus des marnes marque à chaque fois une discontinuité de chute du niveau marin relatif à haute fréquence. Il apparaît dans ce cas précis que la production de carbonates s'effectue en contexte de bas niveau marin.

-Calcaires à polypiers de Pagny

Les chenaux tidaux sont ravinés par des surfaces de transgression. Celles-ci précèdent l'installation de marnes au sein desquelles se sont développés des biohermes à huîtres comprenant *Praeexogyra* et *Nanogyra nana* (Olivier *et al.*, article en cours). L'encroûtement microbien est développé. Ces bioconstructions sont traversées par des couches de tempêtes. Rapidement, la sédimentation devient plus carbonatée au-dessus des biohermes et est associée à l'installation des récifs coralliens et des récifs à bivalves des Calcaires à Polypiers de Pagny (Fig.50). Cet épisode récifal est caractérisé par une faune corallienne différente et moins diverse que celle observée dans les calcaires blancs de l'Oxfordien moyen. Les formes coralliennes sont massives, lamellaires ou branchues. *Thamnasteria*, taxon eurytope, est le genre le plus abondant (Fig.53). L'encroûtement microbien est important et peut constituer jusqu'à 30 % du volume de la construction (Olivier *et al.* article en cours). Les récifs coralliens sont associés à des bioconstructions à lamellibranches du genre *Eoplicatula* ? dét. W.Werner et F. Fürsich). Les organismes micro-encroûtants sont dominés

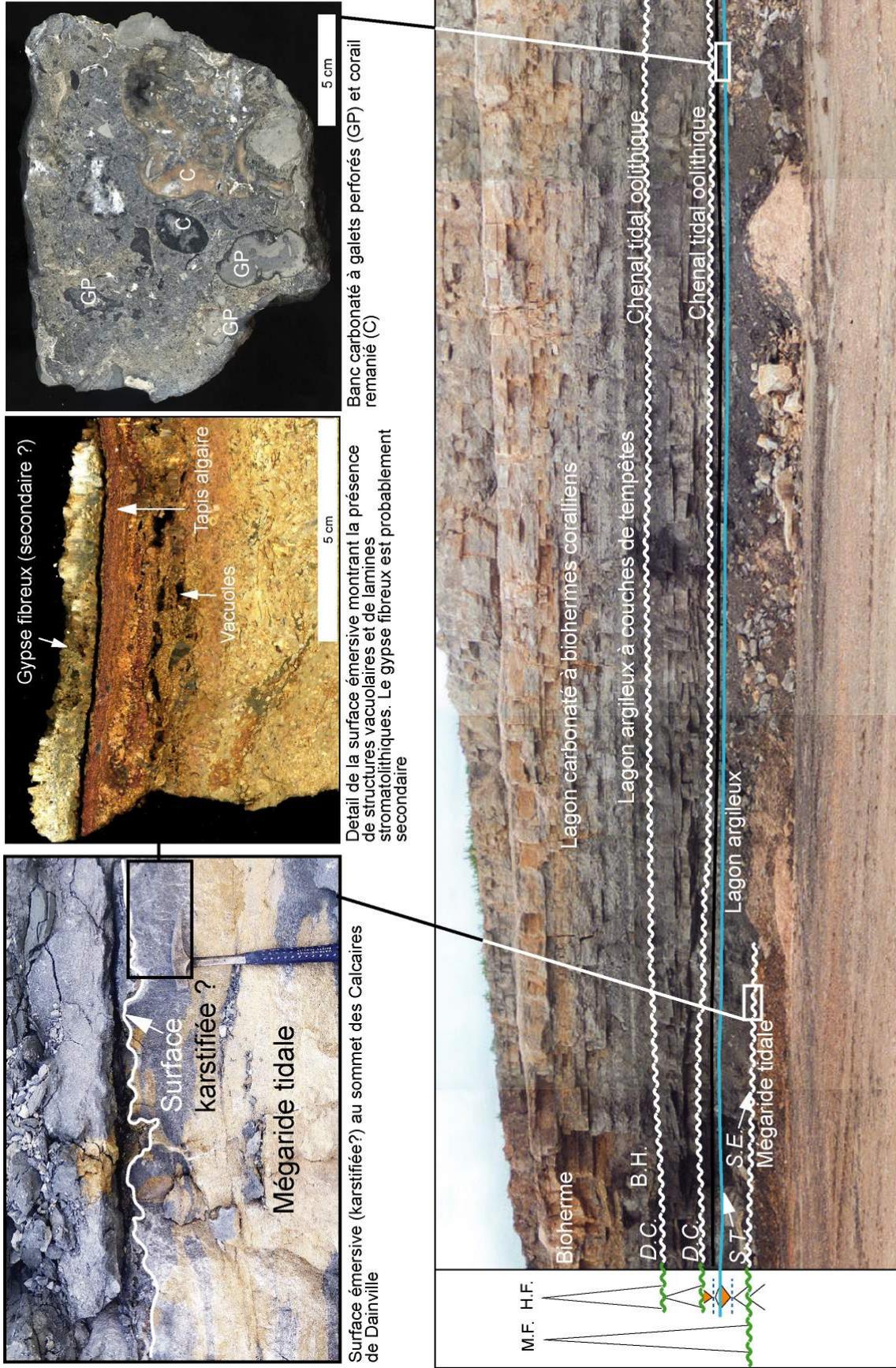


Fig. 50 Des marnes silteuses de Maxey aux Calcaires à polypiers de Pagny

par *Terebella*, des nubéculaires et des serpules. Les foraminifères *Bullopore*, les bryozoaires et les brachiopodes thécidés sont également largement représentés (Olivier *et al.*, article en cours). La faune corallienne et la faune des microencroûtants indiquent un environnement mésotrophe. La faune associée relativement diversifiée comprend des gastéropodes, des spicules d'éponges siliceuses, des sclérites d'holothurides, des ostracodes, des rhynchonelles, des pectinidés, des entroques, des ostreidés, des spirillines, des lenticulines et des dents de sélaciens. Des macro-débris végétaux et des coprolithes sont également présents.

Les bioconstructions sont traversées par des couches de tempêtes coquillères granoclassées ou non. Le sédiment a une texture mudstone (environnement calme) à grainstone (couches de tempêtes). La matrice correspond localement à un packstone péloïdal. Des cristaux de pyrite automorphes et des grains de quartz détritiques sont communs.

L'installation des bioconstructions coralliennes s'effectue dans la continuité de l'augmentation d'accommodation à moyenne fréquence débutée depuis les Calcaires de Dainville.

-Oolithe de Saucourt inférieure

Cette formation est subdivisée en deux faciès principaux. En effet, la partie inférieure correspond à un grainstone bioclastique constitué essentiellement par des coquilles d'huîtres associées à de rares gastéropodes. Des structures entrecroisées tidales sont observables au sein de ce faciès. En lame mince, les coquilles calcitiques sont souvent partiellement ou entièrement dissoutes et recristallisées par une calcite sparitique (Fig. 50). Seules les enveloppes micritiques sont conservées. La dissolution des coquilles calcitiques implique une action d'eaux acides météoriques lors du passage dans la zone météorique vadose. La partie supérieure de la formation est constituée par un packstone oolithique à ooïdes à cortex radiaire d'environnement calme. La faune est représentée par des ostreidés, des gastéropodes et des radioles d'échinides. Une frange de calcite fibreuse isopaque entoure les ooïdes, indiquant une diagenèse marine. Le remplissage ultérieur de la porosité par une microsparite a abouti à la texture packstone actuelle.

L'installation brutale de l'Oolithe de Saucourt inférieure, au-dessus des Calcaires à polypiers de Pagny, illustre une chute brutale du niveau marin relatif à haute fréquence aboutissant à l'installation d'environnements intertidaux, puis à une émergence. Le retour d'un sédiment oolithique subtidal au dessus des calcaires bioclastiques intertidaux marque le début d'un nouvel ennoyage.

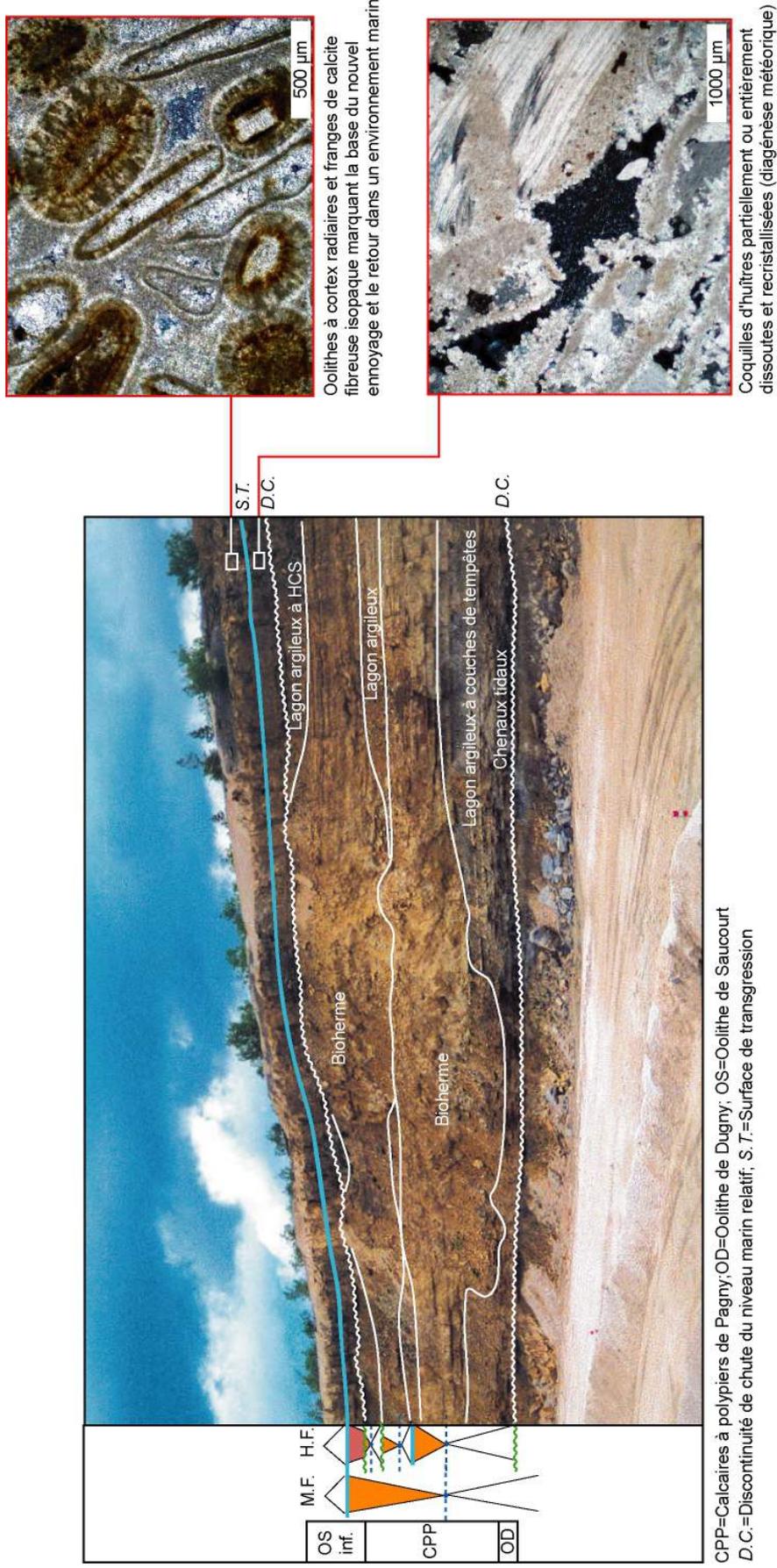


Fig. 51 De l'Oolithe de Dugny à l'Oolithe de Saucourt inférieure

-Marnes à huîtres de Pagny

Ces marnes matérialisent la poursuite de l'approfondissement débuté au sommet de l'Oolithe de Saucourt inférieure. Le sommet de cette dernière présente des rides de houle symétriques, encroûtées et perforées (Fig. 52). Cette surface correspond à une surface d'accélération d'ennoyage. Les marnes sont parcourues par des couches de tempêtes de type HCS (Fig. 52) présentant la séquence type d'Aigner (1985) plus ou moins bien conservée. La faune marine y est diversifiée, comprenant des gastéropodes, des articles d'ophiurides, des ostracodes, des radioles d'échinodermes, des brachiopodes, des astartes, des spicules de spongiaires siliceux, des sclérites d'holothurides, des brachiopodes, des serpules isolées, des dents de sélaciens, des spirillines et des lenticulines. En lavages, les Marnes à huîtres de Pagny ont fourni des grains de glauconie ainsi que des grappes de pyrite framboïdale.

-Oolithe de Saucourt supérieure

Tout comme l'Oolithe de Saucourt inférieure, l'Oolithe de Saucourt supérieure repose, par l'intermédiaire d'un contact franc, au-dessus des marnes sous-jacentes. Cette formation est subdivisible en deux principaux faciès. La partie inférieure de la formation est représentée par un packstone à oncolithes à nubéculaires, riche en faune (Fig. 52). Les serpules sont relativement abondantes et sont accompagnées de gastéropodes, d'ostreidés et de radioles d'échinides. Un nautilite du genre *Paracenoceras* y a été récemment découvert. Des couches de tempêtes granoclassées sont observables.

La partie supérieure correspond à un wackestone à bioconstructions coralliennes. La faune récifale est diverse, assez équitablement répartie, mais faite de colonies plus chétives qu'auparavant (Fig. 53). La faune des micro-encroûtants est proche de celle observée dans les Calcaires à polypiers de Pagny. Comme pour l'ensemble des bioconstructions de l'Oxfordien supérieur observables à Pagny, la faune microencroûtante et corallienne présente dans les récifs de l'Oolithe de Saucourt supérieure indique un environnement mésotrophe (Olivier *et al.*, article en cours). La faune associée comprend des rhynchonelles, des térébratules, des articles de crinoïdes du genre *Isocrinus*, des pectinidés, des pholadomyes, et des ammonites. Le contact brutal entre les Marnes à huîtres de Pagny et l'Oolithe de Saucourt supérieure marque une nouvelle discontinuité de chute du niveau marin relatif à haute fréquence. Elle a permis la mise en place de dépôts de lagon carbonaté peu profond à oncoïdes. La présence de faciès bioconstruits directement au dessus des calcaires oncolithiques correspond au début d'un nouvel ennoyage (Fig.52).

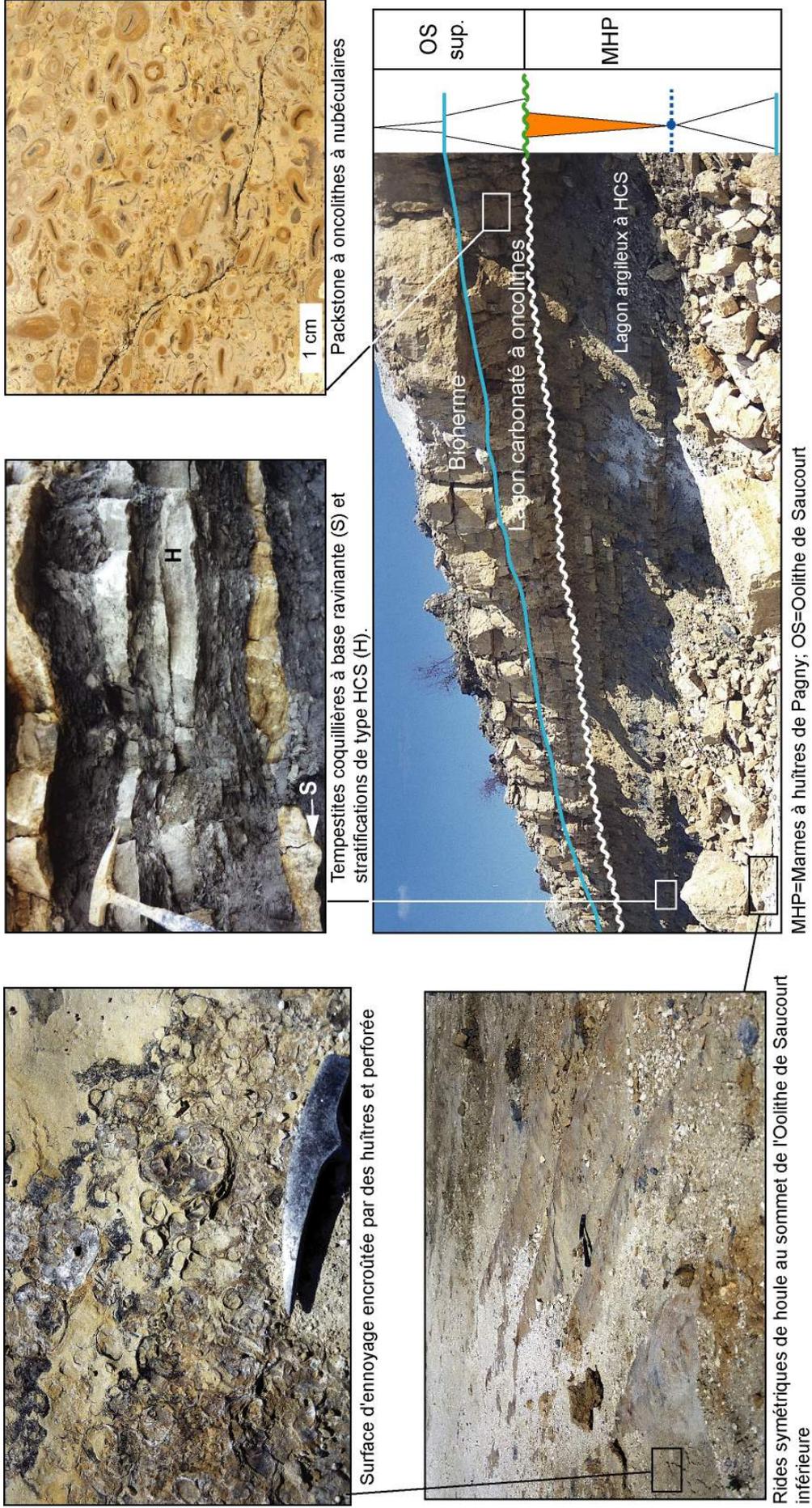


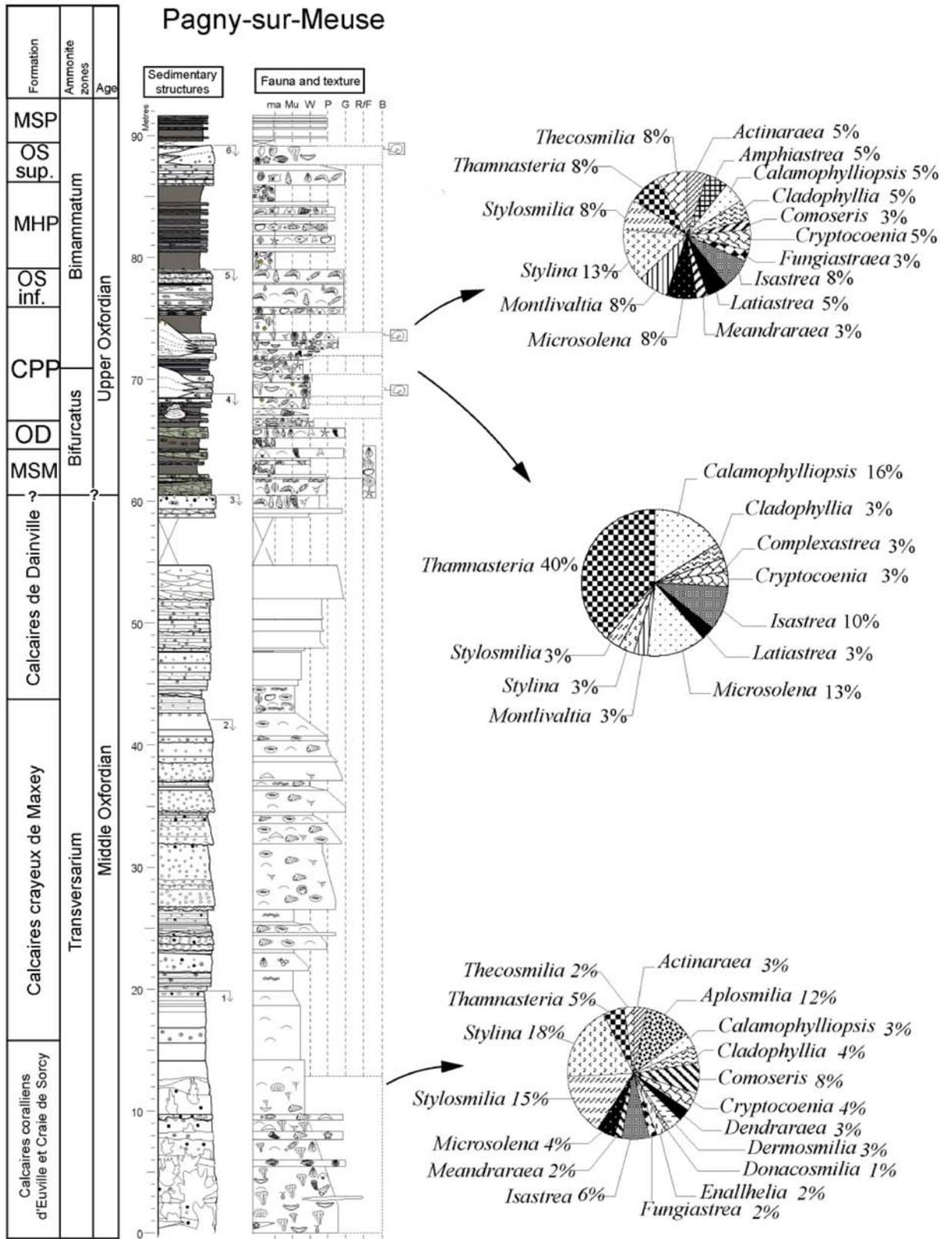
Fig. 52 Des Marnes à huîtres de Pagny à l'Oolithe de Saucourt supérieure

-Marnes à serpules de Pagny

Comme son nom l'indique, cette formation est très riche en serpules. Ce sont des serpules coloniales (*Serpula socialis auct.*) ou solitaires du sous-genre *Tetraserpula*. Les marnes sont parcourues par des couches de tempêtes à HCS. Les Marnes à serpules de Pagny illustrent la poursuite de la transgression débutée dans la partie supérieure de l'Oolithe de Saucourt supérieure.

Interprétation :

La plate-forme récifale du début de la zone à *Transversarium* a laissé place à une plate-forme carbonatée peu profonde à la limite de l'émersion. Le Jurassique supérieur correspond à une période de forte subsidence (Brunet, 1986 ; Curnelle et Dubois, 1986; Guillocheau *et al.*, 2000; Loup et Wildi W., 1994 ; Wildi W. *et al.*, 1989). Toutefois, la plate-forme de l'Oxfordien moyen de Lorraine est restée peu profonde pendant toute la zone à *Transversarium*. Pendant cette période, l'importante production carbonatée a permis de combler en continu l'espace disponible créé par la subsidence. Cette tendance s'est poursuivie jusqu'au sommet de l'Oxfordien moyen. Ensuite, l'arrivée d'une sédimentation argileuse sur la plate-forme coïncide avec un ennoyage de celle-ci. L'importance des décharges terrigènes et/ou des nutriments associés a inhibé la production carbonatée et a ainsi empêché le comblement de l'espace disponible par la sédimentation. Cette hypothèse d'un faible taux de sédimentation est confortée par la présence de glauconie au sein des marnes de l'Oxfordien supérieur. L'arrêt de l'usine à carbonates n'est toutefois pas le seul responsable de la reprise de l'ennoyage. En effet une ou plusieurs composantes externes (tectonique et/ou eustatique) semblent se superposer à la baisse de la production carbonatée et sont à l'origine des baisses du niveau marin relatif à haute et moyenne fréquence. En contexte de sédimentation silicoclastique, l'ennoyage a probablement éloigné les sources terrigènes du lieu de sédimentation et ainsi a permis la reprise d'une sédimentation carbonatée un peu plus profonde. Cependant, cette dernière n'a pu perdurer en raison des variations du niveau marin relatif à haute fréquence. Par la suite, l'ennoyage n'a pu se poursuivre et n'a pu permettre le retour des biohermes coralliens de grande taille; Ceci probablement à cause d'un phénomène allocyclique (diminution de la subsidence ou baisse eustatique) entraînant une baisse du niveau marin relatif à moyenne fréquence.



MSM=Marnes siteuses de Maxey; OD=Oolithe de Dugny; CPP=Calcaires à polypiers de Pagny
 OS=Oolithe de Saucourt; MHP=Marnes à huîtres de Pagny; MSP=Marnes à serpules de Pagny

Fig. 53 Répartition des faunes coralliennes le long de la coupe de Pagny-sur-Meuse

L'arrivée brutale des décharges silicoclastiques sur la plate-forme à l'Oxfordien supérieur est connue en Normandie (Riout *et al.* , 1991 ; Dugué *et al.* , 1998), dans le Jura français (Contini, 1989 ; Enay *et al.*, 1988) et en Suisse (Gygi, 1986 ; Gygi et Persoz, 1986 ; Pittet, 1996). Pittet a avancé l'hypothèse d'un changement climatique à la limite Oxfordien moyen-Oxfordien supérieur. Cette même hypothèse peut être avancée pour l'Oxfordien de Lorraine (Carpentier *et al* 2002) et se trouve confortée par l'étude de la distribution des coraux sur l'ensemble de la Téthys (Cecca *et al*, 2001, Martin-Garin *et al*, 2002).

Arrêt 3.2 Gudmont-Villers

Localisation

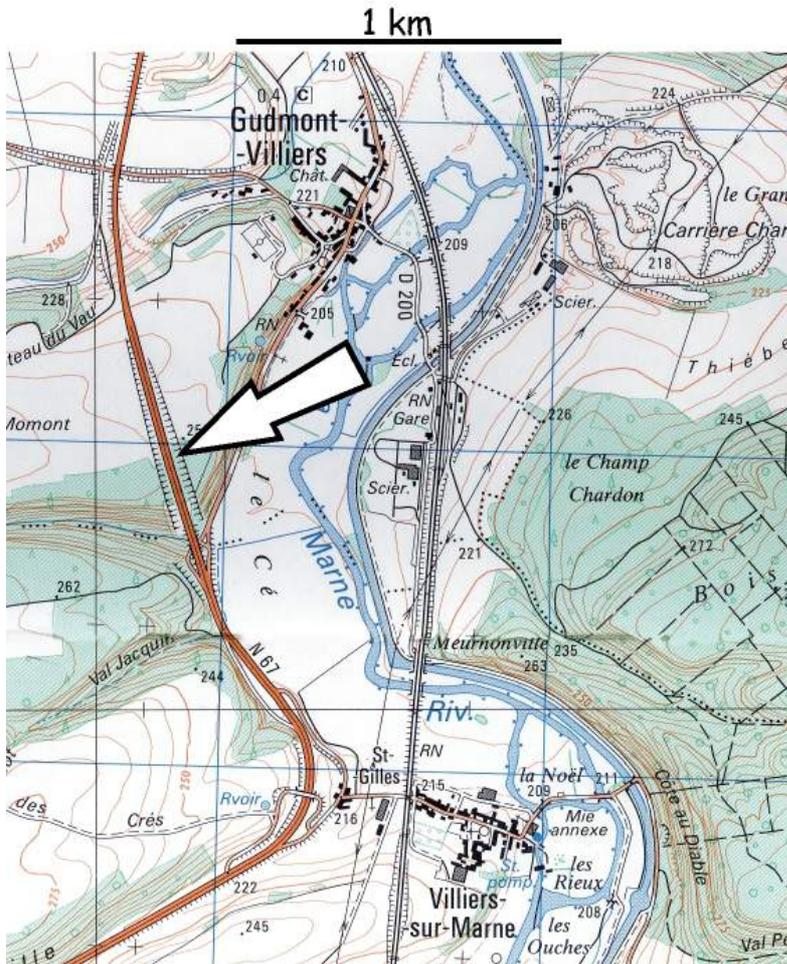


Fig.53 Tranchée routière de Gudmont-Villers (d'après la carte IGN à 1/25 000)

Coordonnées : x=807.2
(Lambert I) y=1074.6

accès : L'affleurement est accessible le long de la voie rapide RN 67 qui remonte la vallée de la Marne. En venant du Nord, une aire de stationnement permet de se garer et de longer l'affleurement à pied.

carte géologique :

Doulaincourt XXXI-17 au 1/50 000

Stratigraphie

unité lithostratigraphique	étage et sous-étage	zone
	?	
Calcaires rocailloux à Ptérocères	Kimméridgien inférieur	Cymodoce
Calcaires à Astartes	Oxfordien supérieur et/ou Kimméridgien inférieur	Planula et/ou Baylei
Calcaires crayeux de Gudmont	Oxfordien supérieur	Bimammatum et/ou Planula
Oolithe de Lamothe	Oxfordien supérieur	Bimammatum et/ou Planula
Calcaires à serpules de Gudmont	Oxfordien supérieur	Bimammatum et/ou Planula

Thématique

Mots clés: lagon, *shoal* oolithique, stromatopores, corrélations Bourgogne.

Sujet : L’affleurement permet de voir en situation plus distale que précédemment les dernières formations de l’Oxfordien, en particulier le dernier épisode subrécifal à coraux et stromatopores. La production carbonatée a désormais comblé tous les reliefs sur le territoire lorrain.

Présentation du site

La tranchée routière de Gudmont Villiers permet d’observer de part et d’autre d’une aire de stationnement le sommet de la série oxfordienne depuis les Marnes à serpules de Gudmont jusqu’aux Calcaires rocailloux à Ptérocères du Kimméridgien inférieur avéré (Fig. 54).

Références bibliographiques :

A notre connaissance, l’affleurement de la tranchée de Gudmont ne fait l’objet d’aucune description. La carrière proche qui révèle une série très semblable a par contre été étudiée par Fronteau (1995), Vincent et Loreau (1999), Vincent (2001), Carpentier (thèse en cours).

Observations :

-Calcaires à serpules de Gudmont

Ces calcaires affleurent le long de la route nationale 67 au sud de l’aire de repos en direction de Chaumont. Ils correspondent à l’équivalent latéral méridional des Marnes à serpules de Pagny (cf. arrêt 3.1 Pagny-sur-Meuse). La partie inférieure observable est représentée par des calcaires gris à texture mudstone pauvres en faune qui comprend néanmoins des rhynchonelles, des radioles d’oursins, des lamellibranches et surtout des bouquets de serpules coloniales isolés au sein du sédiment (Fig. 55b). Localement, des rides symétriques de houle sont observables. Le sommet de la formation est marqué par l’apparition progressive de niveaux de tempêtes d’abord coquillières

N 67

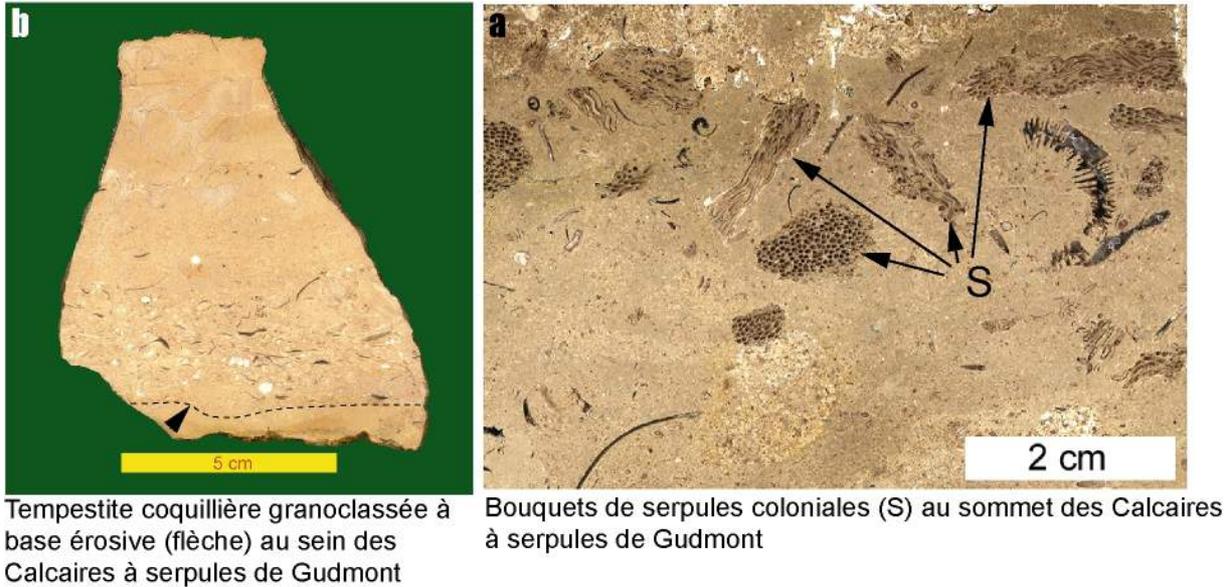
Formation		Age	Cycles haute et moyenne fréquence	Cycles basse fréquence
Zones d'ammonites				
Calcaires à Astartes		Oxfordien supérieur	Planula	
Calcaires crayeux de Gudmont				
Oolithe de Lamothe				
Calcaires à serpules de Gudmont				
Bimammatum				

The figure displays a detailed stratigraphic column of the RN 67 at Gudmont, extending from 0 to 50 meters depth. The column is divided into several units, each with characteristic sedimentary structures, textures, and faunal content. The units are as follows:

- Plate-forme ennoyée dominée par les tempêtes** (0-5 m): Dominated by storm events.
- Plate-forme** (5-10 m): A platform unit.
- Shoal oolithique** (10-15 m): Oolitic shoal.
- Lagon carbonaté à biohermes coralliens soumis aux tempêtes** (15-20 m): Carbonate lagoon with coral bioherms affected by storms.
- Lagon externe à oïdes et coraux remaniés (washover)** (20-25 m): External lagoon with ooids and reworked corals.
- Lagon subémersif à bird eyes** (25-30 m): Submerged lagoon with bird eyes.
- Lagon externe à oïdes et coraux remaniés (washover)** (30-35 m): External lagoon with ooids and reworked corals.
- Lagon subémersif à bird eyes** (35-40 m): Submerged lagoon with bird eyes.
- Lagon carbonaté à oncoïdes et oïdes épars** (40-45 m): Carbonate lagoon with oncoids and ooids.
- Washover** (45-50 m): Washover unit.
- Plate-forme ennoyée dominée par les tempêtes** (50-55 m): Dominated by storm events.

The column is labeled with 'N 67' and 'Plate-forme' at the top. The vertical axis is marked with depth in meters (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50). The horizontal axis is divided into 'Structures sédimentaires' and 'Texture et faune', with the latter further subdivided into 'A', 'M', 'W', 'P', 'G', and 'R/F'. A vertical bar on the right indicates the 'Plate-forme' and 'Barrière' zones.

Fig. 54 La coupe de la RN 67 à Gudmont



Tempestite coquillière granoclassée à base érosive (flèche) au sein des Calcaires à serpules de Gudmont

Bouquets de serpules coloniales (S) au sommet des Calcaires à serpules de Gudmont

Fig. 55 Principales caractéristiques sédimentologiques des Calcaires à serpules de Gudmont

Granoclassées, à base ravinante (Fig. 55 a), puis oolithiques, oncolithiques et bioclastiques également granoclassées, à coraux remaniés. Cette tendance préfigure l'arrivée des dépôts de *shoal* oolithique caractérisant l'Oolithe de Lamothe. L'évolution verticale des environnements de dépôts, depuis un environnement de plate-forme sous la limite inférieure d'action des vagues de tempêtes jusqu'à un environnement soumis à des apports oolithiques ponctuels, souligne une diminution progressive de la profondeur.

-Oolithe de Lamothe

Cette formation affleure à la base de la tranchée routière au nord de l'aire de repos en direction de Joinville. Elle est représentée par un grainstone oolithique à stratifications entrecroisées de mégarides tidales (Fig. 56). Les lamines oolithiques sont plus ou moins bien triées et sont parfois séparées entre elles par des intercalations de calcaires clairs à texture mudstone qui correspondent aux drapages d'étale en zone intertidale. La faune peu diversifiée comprend des radioles d'échinodermes, des nérinées et des débris de coraux remaniés. L'installation d'environnements sous influence tidale au-dessus des Calcaires à serpules de Gudmont matérialise la poursuite de la diminution de la tranche d'eau enregistrée dès le sommet de la formation sous-jacente.

-Calcaires Crayeux de Gudmont

Les Calcaires crayeux de Gudmont affleurent dans la partie inférieure de la tranchée routière. Ils débutent par des calcaires à coraux et stromatoporoïdes (Fig. 57). La faune corallienne est assez peu diversifiée et dominée par les

genres plocoides parmi lesquels des *Cryptocoenia* octamérales, des *Stylina* rameuses et « *Heliocoenia variabilis* » auct. reconnaissable à ses gros calices. Quelques *Comoseris*, *Calamophylliopsis* (ou *Rhabdophyllia* ?) et *Thamnoseris* sont présents. La faune corallienne est accompagnée par des stromatoporoides dont des chaetetidés. L'encroûtement microbien est développé et la faune associée comprend des *Trichites*, des gastéropodes, des rhynchonelles et des

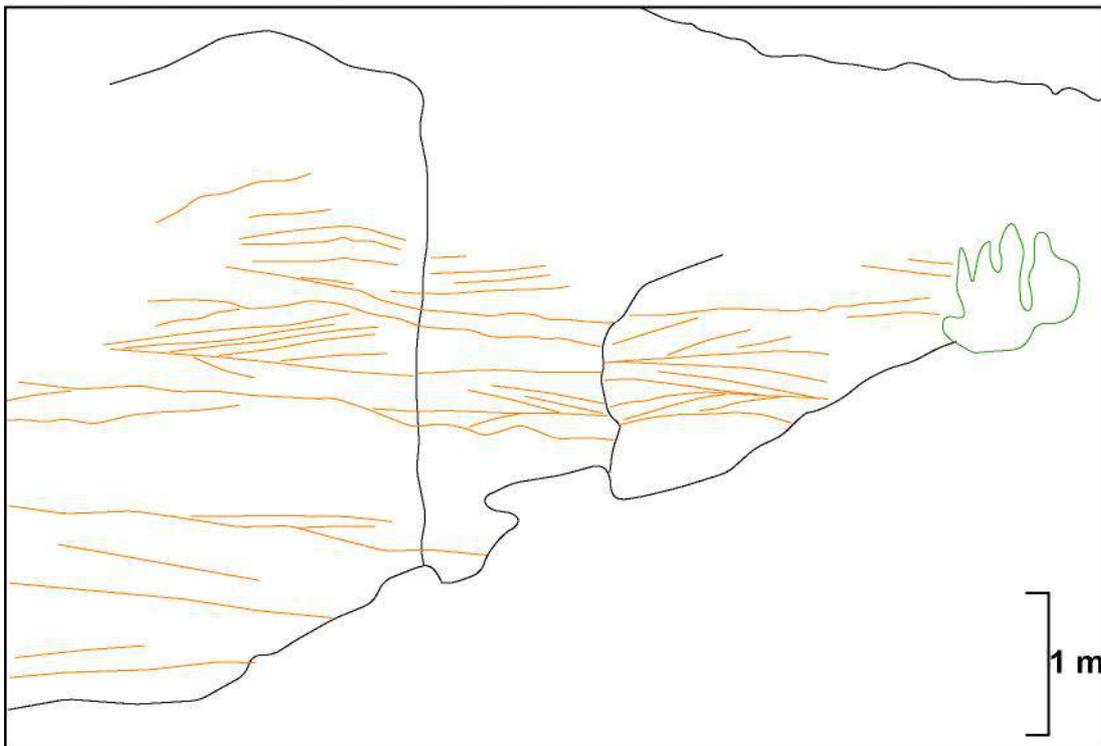


Fig. 56 Structures tidales dans l'Oolithe de Lamothe

bivalves indifférenciés. La matrice correspond à un wackestone à ooïdes et oncoïdes épars. Dans la carrière voisine cet épisode correspond au plancher où l'on peut observer des pâtés coralliens construits épars. Verticalement, les bioconstructions disparaissent au profit d'un sédiment plus grossier à texture wackestone/packstone à ooïdes et oncoïdes. Les coraux remaniés sont communs et sont accompagnés par des rhynchonelles, des *Trichites* et des bivalves indéterminés. Malgré l'absence de structures sédimentaires, ces faciès résultant d'arrivées brutales de matériel oolithique et corallien dans un lagon carbonaté peuvent être interprétés comme des dépôts de *washover*.

Progressivement, les dépôts fins lagunaires deviennent de plus en plus importants et alternent avec des passées plus grossières de *washover*. Les faciès de lagon ont une texture mudstone à wackestone. Ils renferment des lithoclastes microbiens de couleur rose et localement des oncoïdes. La faune est rare et caractérisée par la présence de *Cladocoropsis mirabilis*. Ce dernier a été décrit en Bourgogne par Bernard (1988) dans les Calcaires de Tonnerre considérés comme faisant partie de la zone à Planula. La tendance progressive à la diminution de profondeur débutée depuis le sommet des Marnes à serpules de Gudmont a abouti à un maximum régressif à moyenne fréquence marqué par des calcaires mudstones inter à supratidaux à *bird eyes* (Fig. 57). Ces calcaires sont azoïques et ont une texture mudstone.

A l'échelle de l'affleurement, les bancs plus jeunes viennent en *onlap* sur le sommet des calcaires à *bird eyes* (Fig. 57). Cette géométrie illustre une transgression qui annonce les environnements plus ouverts des Calcaires à astartes. Au-dessus du maximum régressif, les dépôts ont enregistré le retour des faciès de lagon subtidal. Ces derniers sont constitués par une alternance de calcaires crayeux de lagon protégé, à texture mudstone/wackestone à oncoïdes et gravelles roses et de calcaires packstones de *washover* à ooïdes et coraux remaniés. Les derniers 7 mètres de la formation sont marqués par l'évolution vers des faciès lagunaires de plus en plus sombres et par l'importance relative prise par les dépôts de *washover* oolithiques à nombreux coraux remaniés (Fig. 57).

-Calcaires à astartes

Les Calcaires à astartes sont caractérisés par la disparition des dépôts de *washover* et la mise en place de calcaires sombres à couches de tempêtes. Les premiers mètres de la formation présentent encore de rares couches de tempêtes oolithiques. Verticalement, les tempestites deviennent moins grossières. Elles sont granoclassées et présentent des lamines de type HCS (Fig. 57). La faune est quasi inexistante et comprend des astartes et des bivalves indéterminés. Les

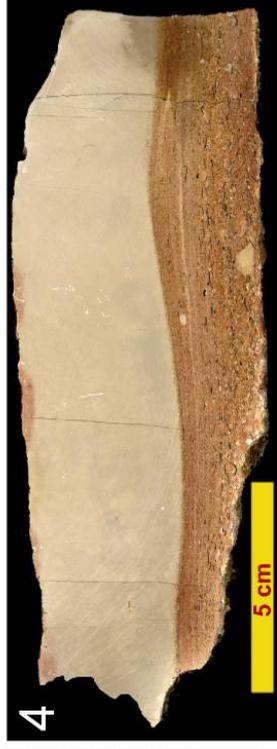
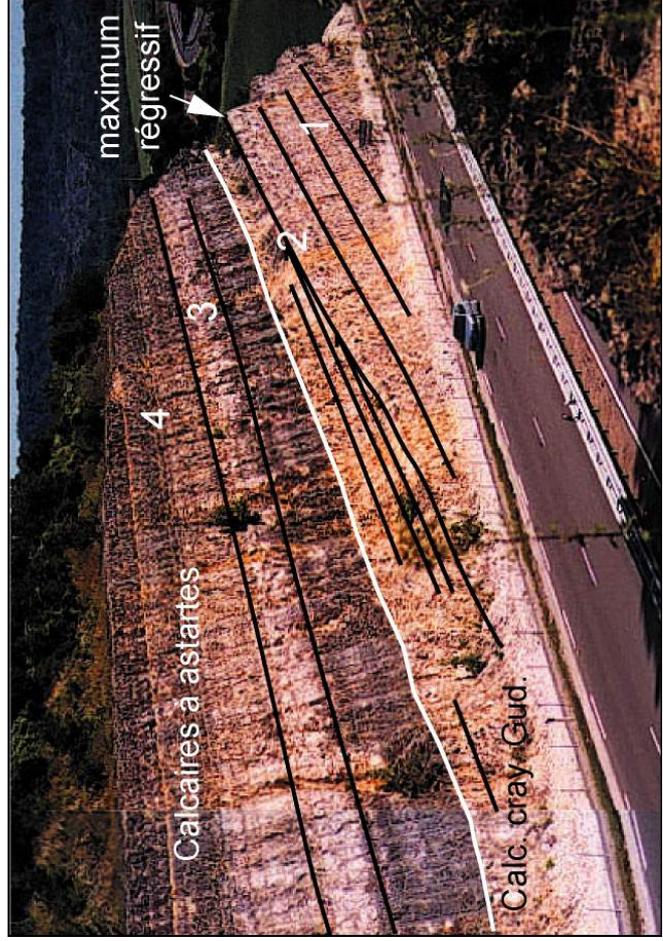
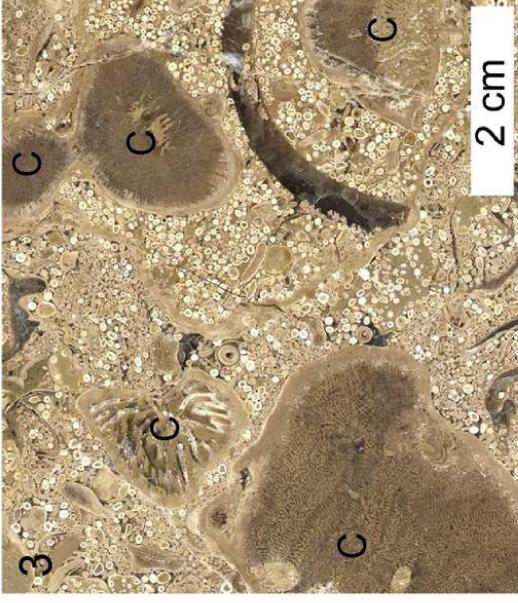


Fig. 57 Panorama de la coupe de la N67 à gudmont et principaux faciès rencontrés dans les Calcaires crayeux de Gudmont et dans les Calcaires à astartes

calcaires sont par endroits fortement bioturbés et des terriers du genre *Thalassinoïdes* sont observables en surface de banc.

-Calcaires rocailleux à Ptérocères

Assez difficiles d'accès et affleurant mal en sommet de coupe, ils ne seront pas visités; ils ont néanmoins été repérés en sommet d'affleurement grâce au niveau à glauconie bien connu régionalement. Ils représentent la zone à Cymodoce du Kimméridgien inférieur.

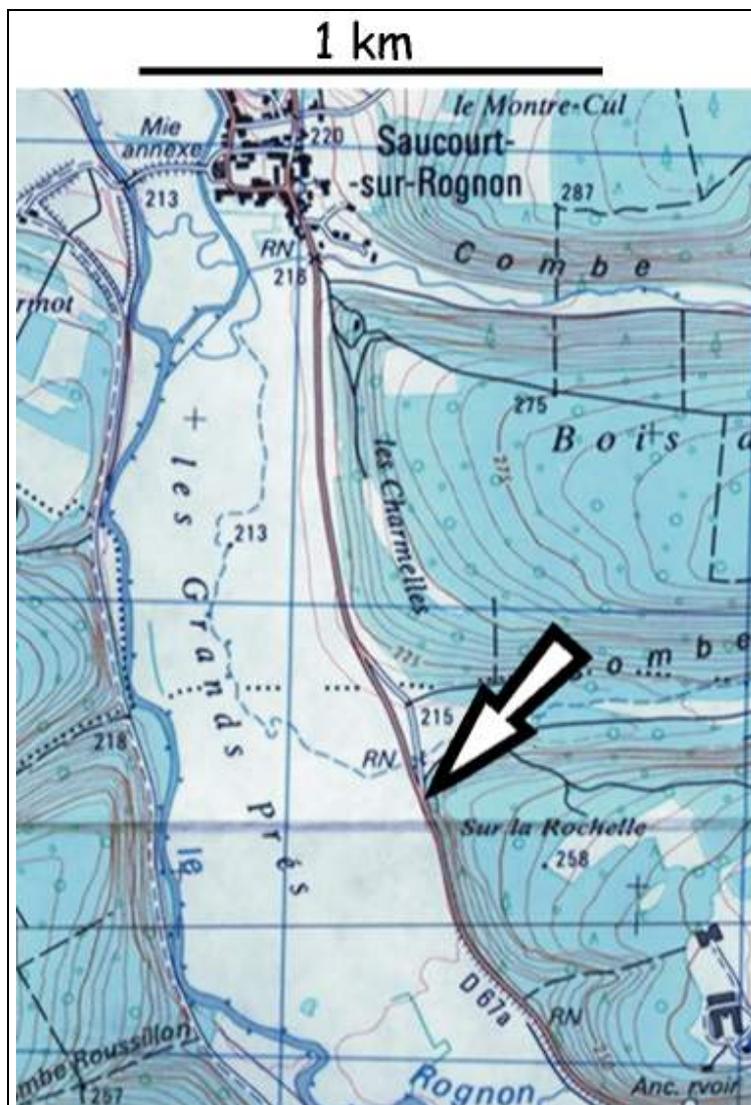
Interprétation :

La diminution progressive de la profondeur qui a débuté dès le sommet des Calcaires à serpules de Gudmont a permis l'installation d'une plate-forme carbonatée peu profonde. La reprise de la sédimentation carbonatée a abouti à une émergence. Dans un contexte de mer épicontinentale peu profonde caractérisant les dépôts des Calcaires à serpules de Gudmont, une baisse même minime du niveau marin relatif est susceptible de permettre le redémarrage de l'usine à carbonates. Cette augmentation de la production sédimentaire peut d'elle-même engendrer une diminution de l'espace disponible. Suite à l'émergence, la reprise de la création d'espace disponible a été accompagnée d'un changement des faciès lagunaires (passage à des faciès moins crayeux et plus sombres) au-dessus du maximum régressif. La plate-forme n'a pu compenser la création d'espace disponible qui, en apparence, semble lente et d'une amplitude modeste. Il paraît raisonnable d'envisager une crise de la production carbonatée à l'origine de ce changement et par conséquent un changement d'ordre climatique susceptible d'avoir gêné l'installation permanente d'organismes producteurs de carbonates. Comme au passage Oxfordien moyen-Oxfordien supérieur, la baisse de la production carbonatée coïncide avec une nouvelle transgression et une augmentation des apports silicoclastiques.

Les évolutions faciologique et séquentielle depuis les Calcaires à serpules de Gudmont jusqu'aux Calcaires à astartes sont similaires aux évolutions entre les Calcaires de Bazarnes et les Calcaires à astartes décrites en Bourgogne par Bernard (1988). Par conséquent, il paraît concevable d'envisager un âge identique entre les Calcaires de Bazarne et les Calcaires à serpules de Gudmont et entre l'Oolithe de Lamothe, les Calcaires crayeux de Gudmont et les Calcaires de Tonnerre.

Arrêt 3.3 Doulaincourt

Localisation



coordonnées : x= 811,5
(Lambert I) y = 1074,3

accès : En venant de Nancy, à Neufchâteau prendre la RN74 en direction de Rimaucourt. A Rimaucourt prendre la D67a en direction de Doulaincourt.

L'affleurement se situe en bordure de la route départementale D67a sur la droite à environ 1 km après Doulaincourt.

carte géologique :
Doulaincourt XXXI-17 au 1/50 000

Fig. 59 Affleurement de Doulaincourt (d'après la carte IGN à 1/25 000)

Stratigraphie

unité lithostratigraphique	étage et sous-étage	zone
Oolithe de Doulaincourt	Oxfordien moyen	Transversarium

Thématique

Mots clés : bordure de plate-forme, faciès de haute énergie, *shoal* oolithique, microatolls.

Sujet : L’affleurement de Doulaincourt permet d’observer les faciès oolithiques et pisolithiques de bordure de plate-forme à haute énergie de la fin de l’Oxfordien moyen.

Présentation du site

L’affleurement se trouve en bordure est de la route départementale 67a. Il affleure sur une dizaine de mètres d’épaisseur et permet d’observer les faciès de bordure de l’Oxfordien moyen.

Références bibliographiques :

Cette coupe n’a pas été levée en détail auparavant. Les choses les plus proches sont les affleurements échantillonnés par Laternser (2001).

Observations :

Cet affleurement permet d’observer les faciès oolithiques et oncolithiques de l’Oolithe de Doulaincourt. Les dépôts s’organisent en paraséquences d’épaisseur variant entre 1 et 1,5 mètres (Fig. 60). Ces séquences sont granoclassées. En effet, leur partie inférieure est constituée par un grainstone oolithique mal trié à gros oncoïdes et pisoïdes dont le diamètre peut atteindre 2 centimètres. La faune est généralement remaniée et comprend des lamellibranches, des nérinées, des *Diceras* et des coraux remaniés. Toutefois, quelques coraux massifs ont été observés en place.

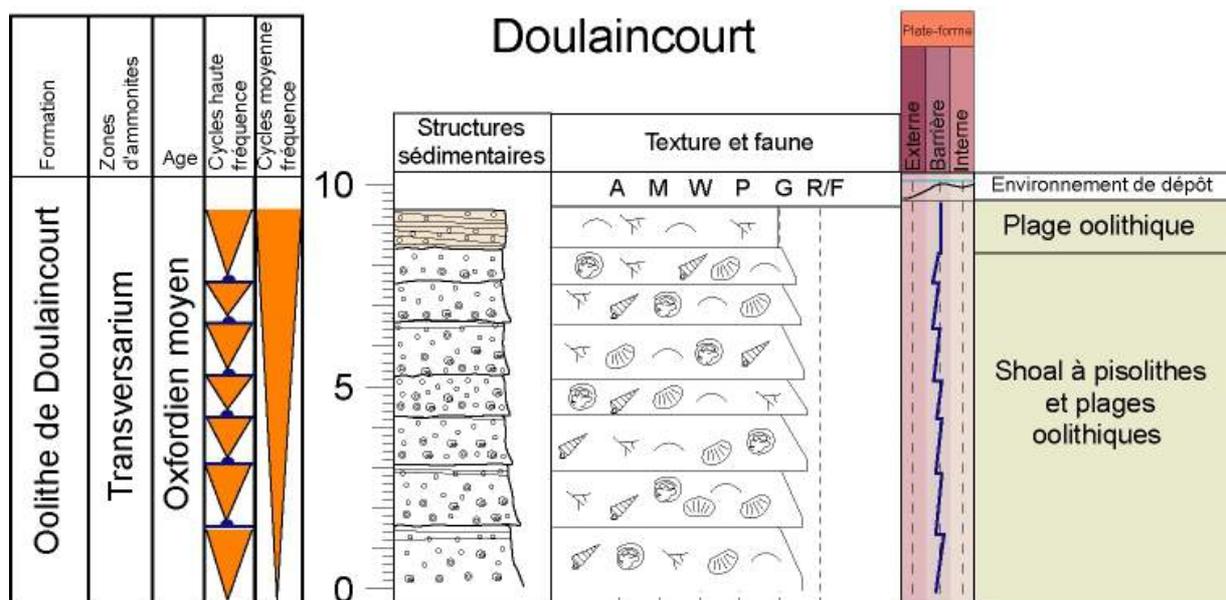


Fig. 60 Coupe de Doulaincourt et son interprétation séquentielle

Verticalement les faciès grossiers à pisolites évoluent vers un grainstone à oolithes fines bien triées. Localement, des lamines oolithiques horizontales sont observables et attestent de la présence d'environnements de plage. Le long de la D 67a, plusieurs niveaux de plage à lamines horizontales et/ou à angle faible sont observables ainsi que des lobes de *spillover* à stratifications obliques angulaires montrant une progradation apparente vers le sud-est (Fig. 61). Non loin de là, au lieu dit *Val de l'Ajoux* situé au nord-est de Bettaincourt-sur-Rognon, un corail du genre *Comoseris* présentant des structures de croissance indentiques à celles décrites dans des microatolls oxfordiens du Jura (Habrant et Lathuilière, 2000) a été observé dans les faciès pisolithiques. En effet, il présente des phases de croissance tardive qui s'effectuent selon des axes horizontaux et qui seraient dues à des périodes pendant lesquelles le corail qui se trouve à fleur d'eau est fortement bioérodé sur sa face supérieure (Fig. 61).

Interprétation :

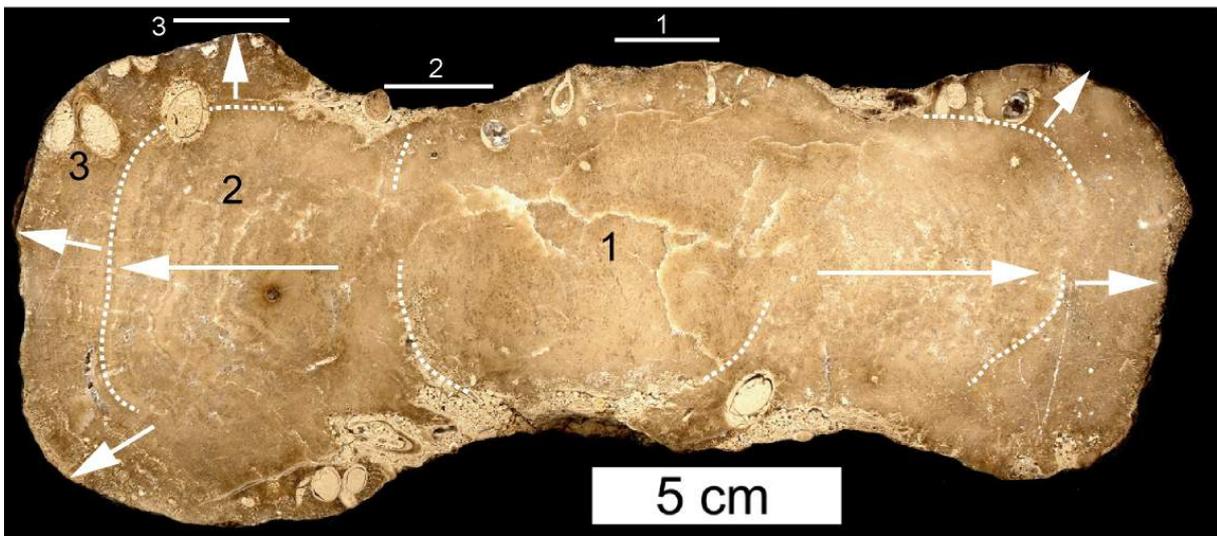
L'Oolithe de Doulaincourt correspond aux faciès de bordure de plate-forme, équivalents latéraux des faciès internes visibles notamment à Pagny-sur-Meuse. Le faciès associé à la présence de plages, de lobes de *spillover* et de microatolls attestent de la présence d'environnements agités, temporairement émergés sur la bordure sud-ouest de la plate-forme oxfordienne de Lorraine pendant la fin de l'Oxfordien moyen. Les plages correspondaient aux périodes de minimum d'accommodation et étaient remplacées par des systèmes oncolithiques et oolithiques subtidaux à fleur d'eau (comme en atteste la présence de microatolls) pendant les petites phases de montée du niveau marin relatif. Contrairement au modèle de bordure proposé par Humbert (1971), il n'existait pas de réelle barrière corallienne, mais au contraire un système de *shoal* oolithique parcouru par des plages et au sein duquel vivaient des colonies coralliennes isolées généralement massives. Ces environnements de dépôt à fleur d'eau sont en accord avec les faciès subémersifs des Calcaires de Dainville observés à Pagny.



Stratifications horizontales ou à angle faible de plage



Stratifications obliques angulaires de spillover



Microatoll montrant trois principales phases de croissance (1, 2, 3). Ce *Comoseris* montre des orientations de croissance différentes au cours du temps interprétées comme des réponses à des variations minimales de la tranche d'eau. Les traits accompagnés d'un numéro symbolisent la position supposée du niveau marin pendant les différentes phases de croissance

Fig 61 Principales structures sédimentaires observables au sein de l'Oolithe de Doulaincourt et stades de croissances d'un microatoll

Bibliographie

- AIGNER T. (1985) - Storm Depositional Systems : Lecture Notes in Earth Science, Springer-Verlag, 174 p.
- AL KHATIB R. (1976) - Le Rhétien de la bordure orientale du Bassin de Paris et le "Calcaire à gryphées" de la région de Nancy. Etude pétrographique et sédimentologique. Thèse Univ. Nancy 1, 278 p.
- ANDRE G. (2002) - Filons sédimentaires dans l'Oxfordien de l'Est du Bassin parisien. Journée Ecole doct. GRN, Paris, juin, 14-15, poster.
- ANDRE G., CARPENTIER C., HIBSCH C., BEAUDOIN B., ELION P. (2002) - Filons sédimentaires dans l'Oxfordien de l'Est du Bassin parisien : contexte sédimentaire, paléotectonique et paléocirculations. *R.S.T.*, Nantes, avril, comm., 49-50.
- ANDRE G., HIBSCH C., BEAUDOIN B., CATHELIN M. (2002) - Enfouissement, exhumation et déformation des séries mésozoïques de l'Est du Bassin de Paris : apports de l'étude des figures de compaction et de fractures à remplissage. Journée ANDRA Doct., Paris, juin, 30-33.
- BAINES G.B.K., BEVERIDGE P.J. et MARAGOS J.E. (1974) - Storms and island building at Funafuti Atoll, Ellice Islands, Proceedings of the Second Intern. Coral Reef Symp., Brisbane, 2, Great Barrier Reef Committee, 485-496.
- BALL M.M. (1967) - Carbonate sand bodies of Florida and the Bahamas. *J. Sedim. Petrol.* Tulsa, **37**, 556-591.
- BEAUVAIS L. (1964) - Etude stratigraphique et paléontologique des formations à madréporaires du Jurassique supérieur. *Mém. Soc. géol. Fr.* Paris, **100**, 287 p., 38 pl.
- BEN MESBAH A. (1985) - Modalités d'installation d'une plate-forme carbonatée ; exemple : Bassin de Paris à l'Oxfordien inférieur et moyen. Région de Toul. Etude paléontologique. Rapport D.E.A., inéd., Nancy, 49 p., 3 pl., 27 fig.
- BERNARD P. (1988) - La plate-forme carbonatée Niverno-Icaunaise à l'Oxfordien supérieur et au Kimmeridgien. Thèse Doct., Univ. Bourgogne, 294 p.

- BOURROUILH-LE-JAN F.G. et TALANDIER J. (1987) - Sédimentologie et géomorphologie d'un atoll : cyclone ou tsunami à Rangiroa, Tuamotu. 1er *Congr.Fr. Sédim.*, Paris, 79.
- BRUNET M. F. (1986) - La subsidence dans les trois bassins sédimentaires français (Paris, Aquitaine, Sud-Est). *Bull. Cent. Rech. Explor.-Prod Elf-Aquitaine*, **10**, 1, 23-32.
- BURKHALTER R.M. (1995) - Ooidal ironstones and ferruginous microbialites : origin and relation to sequence stratigraphy (Aalenian and Bajocian, Swiss Jura mountains). *Sedimentology*, **42**, 57-74.
- CARPENTIER C., MARTIN-GARIN B. OLIVIER N., LATHUILIERE B., GAILLARD C., FERRY S., HANTZPERGUE P. et GEISTER J. (2002) - Succession des écosystèmes récifaux dans la carrière de Pagny-sur-Meuse (Lorraine) : premières considérations sur l'évolution des environnements de dépôt au passage Oxfordien moyen-Oxfordien supérieur. *Docum. Lab. géol. Lyon*, **156**, 65.
- CARPENTIER C., LETURCQ T., LATHUILIERE B., HIBSCH C. et ELION P. (2002) - Geometry of the Oxfordian carbonate platform edge in the eastern part of the Paris Basin. 6th *Internat. Sympos. on the Jurassic System*, Palermo, Sicile, 12-22 sept., 26-27.
- CASTAING J. et GEISLER D. (1972) - Contribution à l'étude sédimentologique du Bajocien de la région de Nancy. Thèse 3e cycle, Univ. Nancy I, 264 p., 42 fig., 16 pl. h.t.
- CECCA F., LATHUILIERE B., MARCHAND D., GARDIN S. et BARTOLINI A. (2001) - Enregistrements paléobiologique et paléocologique de fluctuations paléoclimatiques à l'Oxfordien (Jurassique supérieur) "Paléobiodiversité, Crise, Paléoenvironnement", Séance spé. *Soc. Géol. Fr.*, Paris 6-7 déc, 19-21.
- COLLIN P.Y. (2000) - Environnements, géochimie et processus de formation de séries condensées au Callovo-Oxfordien : du Bassin de Paris à des considérations globales. Thèse Doct., Univ. Bourgogne, 282 p.
- CONTINI D. (1989) - L'Oxfordien du Jura septentrional. Définitions des formations. Evolution paléogéographique. *Ann. sci. Univ. Fr.-Comté*, **4**, 9, 3-16.
- CURNELLE R. et DUBOIS (1986) - Evolution mésozoïque des grands bassins sédimentaires français : bassins de Paris, d'Aquitaine et du Sud-Est. *Bull. Soc. géol. Fr.*, Paris **4**, 529-546.

- DAGALLIER G., LAITINEN A.I. et MALARTRE F. (2000) - Ground penetrating radar application in a shallow marine Oxfordian limestone sequence located on the eastern flank of the Paris Bassin, NE France. *Sedim. Geol.*, 149-165, 6 fig., 2 tab.
- DAVID C. (1996) - Contrôle de la sédimentation carbonatée oxfordienne en Lorraine : le site de Dompcevrin dans son contexte régional. 37 p., 6 pl.
- DAVID J. (1998) - Adaptation morphologique, croissance et production bioclastique chez les crinoïdes pédonculés actuels et fossiles (Pentacrines et *Millericrinina*) ; application paléoécologique aux gisements du Jurassique supérieur des Charentes et du Nord-Est du Bassin de Paris. Thèse Univ. Reims Champagne Ardennes, 2 t., 551 p. Reims, inéd.
- DAVID J. et ROUX M. (2000) - Modèle actuel de production bioclastique par les crinoïdes pédonculés. Application au Calcaire à entroques d'Euville (Oxfordien de la Meuse). *C. R. séances Acad. Sci.*, Paris, 111-116, 4 fig., 1 tab.
- DECHASEAUX C. (1932) - L'Oxfordien supérieur de la bordure est du Bassin de Paris. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, Paris, 5, 1, 5-6-7, 353-390, pl.18.
- DUGUE O., FILY G. et RIOULT M. (1998) - Le Jurassique des côtes du Calvados. Biostratigraphie, sédimentologie, paléoécologie, paléogéographie et stratigraphie séquentielle. *Bull. trim. Soc. Géol. de Normandie et des Amis du Muséum du Havre*, 132 p.
- DURAND M., HANZO M., LATHUILIERE B., LE ROUX J. et MANGOLD C. (1989) - Excursion en Lorraine. Nancy, 3-5 mai. *D.U.G.W. Stratigr. Komm., Subkomm. für Jura-Stratigraphie.* - livret-guide excursion, Univ. Nancy I, Labo. GES, inéd., 1-60.
- DURLET C. (1996) - Apport de la diagenèse des discontinuités à l'interprétation paléo-environnementale et séquentielle d'une plate-forme carbonatée. Exemple des " Calcaires à entroques " du seuil de Bourgogne (Aalénien-Bajocien). - Thèse Univ. Bourgogne, Dijon, 1-444.
- ENAY R. BOULLIER A. (1981) - L'âge du complexe récifal des côtes de Meuse entre Verdun et Commercy et la stratigraphie de l'Oxfordien dans l'Est du Bassin de Paris. *Geobios* Lyon, 14, 6, 727-771, 11 fig., 6 pl.
- ENAY R., CONTINI D. et BOULLIER A. (1988) - Le Séquanien-type de Franche-Comté (Oxfordien supérieur) : datations et corrélations nouvelles, conséquences sur la paléogéographie et l'évolution du Jura et régions voisines. *Eclogae geol. Helv.*, 81, 2, 295-363.

- FLAGEOLLET J.-C., LE ROUX J. et VINCENT P.-L. (1985) - Notice explicative de la feuille Toul à 1/50 000. B.R.G.M., Orléans, 57 p.
- FRONTEAU G. (1995) - Caractérisation de discontinuités majeures dans le Kimméridgien de Bourgogne et du Sud-Est du Bassin de Paris : sédimentologie, diagenèse, micro et nanofaciès, D.E.A., Dijon-Reims, 53 p.
- FRONTEAU G. (2000) - Comportements télogénétiques des principaux calcaires de Champagne-Ardenne, en relation avec leur faciès de dépôt et leur séquençage diagénétique. Thèse Univ. Reims Champagne Ardenne, 304 p., inéd.
- GARCIA J. P., PHILIPPE M. and GAUMET F. (1998) - Fossil wood in Middle-Upper Jurassic marine sedimentary cycles of France : relations with climate, sea-level dynamics and carbonate-platform environments. *Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoec.*, **141**, 199-214
- GEISTER J. (1995) - Sclerochronology of jurassic corals : geological applications in Lathuilière et Geister Coral Reefs in the past present and future. *Publ. Serv. géol. Luxembourg*, **29**, Proc. 2nd europ. Regional meeting ISRS, p.150-151.
- GEISTER J. and LATHUILIERE B. (1991) - Jurassic coral reefs of the northeastern Paris Basin (Luxembourg and Lorraine). Excursion A3. - VI *Intern. Symp. on fossil Cnidaria including Archaeocyatha and Porifera*, Münster, Excursion guidebook, 1-112.
- GERARD et GARDET (1938) - L'Hettangien et le Sinémurien inférieur et moyen de Meurthe-et-Moselle. *Bull. Soc. géol. Fr.*, Paris, **5**, 8, 529-581, pl.31-33.
- GILL G.A. and COATES A.G. (1977) - Mobility, growth patterns and substrate in some fossil and recent corals. *Lethaia*, **10**, 119-134.
- GUILLOCHEAU F., ROBIN C., ALLEMAND P., BOURQUIN S., BRAULT N., DROMART G., FRIEDENBERG R., GARCIA J. P., GAULIER J. M., GAUMET F., GROSDOY B., HANOT F., LE STRAT P., METTRAUX M., NALPAS T., PRIJAC C., RIGOLLET C., SERRANO O. and GRANDJEAN G. (2000) - Meso-Cenozoic geodynamic evolution of the Paris Basin : 3D stratigraphic constraints. *Geodinamica Acta*, **13**, 189-246.
- GUILLOCHEAU F., ROBIN C., DAGALLIER G., ROBIN F.X., et LE SOLLEUZ A. (2002) - Le Jurassique de l'Est du Bassin de Paris. *Bull. Inf. du Bass. Paris*, **39**, 3, 23-47.

- GYGI R. A. (1986) - Eustatic sea level changes of the Oxfordian (Late Jurassic) and their effect documented in sediments and fossil assemblages of an epicontinental sea. *Eclogae geol. Helv.*, **79**, 2, 455-491.
- GYGI R. A. and PERSOZ F. (1986) - Mineralostratigraphy, litho- and biostratigraphy combined in correlation of the Oxfordian (Late Jurassic) formations of the Swiss Jura range. *Eclogae geol. Helv.*, **79**, 2, p.358-454.
- HANZO M. et LE ROUX J. (1982) - Excursion en Lorraine. G.F.E.J., Lab. géol. Sédim. Univ. Nancy I. t.1, 23 p., t.2, 43 p., cartes, inéd.
- HANZO M. et LATHUILIERE B., ALMERAS Y., DAGALLIER G., GUERIN-FRANIATTE S., GUILLOCHEAU F., HUAULT V., NORI L. et RAUSCHER R. (1999) - Paléoenvironnements du Calcaire à gryphées lorrain. Poster, 7ème Cong. Fr. Sédim. Publ. A.S.F., **33**, p.179, Nancy (nov.).
- HANZO M. et LATHUILIERE B., ALMERAS Y., DAGALLIER G., GUERIN-FRANIATTE S., GUILLOCHEAU F., HUAULT V., NORI L. et RAUSCHER R. (2000) - Paléoenvironnements dans le Calcaire à gryphées du Lias de Lorraine, de la carrière de Xeulley au Bassin parisien. *Eclogae geol. Helv.* **93**, 183-206.
- HEINZE M. (1991) - Evolution bentonischer Faunengemeinschaften im subborealen Jura des Pariser Beckens und in der äthiopischen Faunenprovinz des Beckens von Kachchh (Indien) ; ein Vergleich. *Beringeria, Würzburger geowissenschaftliche Mitteilungen* **4**, 3-126. Würzburg.
- HILLY J. et HAGUENAUER B. (et al.) (1979) - Lorraine - Champagne, *Guides géologiques régionaux*. Masson éd. Paris, 216 p., 117 fig., 8 pl.
- HINE A.C. (1977) - Lily Bank, Bahamas : history of an active oolite sand shoal. *Journ. of Sedim. Petrol.*, **47**, 4, 1554-1581.
- HUMBERT L. (1971) - Recherches méthodologiques pour la restitution de l'histoire bio-sédimentaire d'un bassin; l'ensemble carbonaté oxfordien de la partie orientale du Bassin de Paris. Thèse Etat Univ. Nancy, n° AO5096, 364 p., 168 pl., 44 fig. , inéd.
- INSALACO E. (1995) - Upper jurassic microsolenid biostromes of northern and central Europe : facies and depositional environment. *Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoec* , **121**, 169-194.
- INSALACO E. (1998) - The descriptive nomenclature and classification of growth fabrics in fossil scleractinian reefs. *Sedim. Geol.*, Amsterdam, **118**, 159-186.

- INSALACO E., HALLAM and A. ROSEN B.R.(1997) - Oxfordian (upper jurassic) coral reefs in western Europe : reef types and conceptual depositional model. *Sedimentology*, **44**, 707-734.
- KOLODZIEJ B. (2003) - Encrusting and intergrowth symbioses *between Stylosmilia corallina* and calcified sponges (Late Jurassic). *Ber. Inst. Geol. Paläont. K.-F.-Univ.Graz*, **7**, 42.
- LATERNSE R. (2001) - Oberjurrassische Korallenriffe von Nordostfrankreich (Lothringen) und Südwestdeutschland. Thèse Univ. Stuttgart, 299 p., 12 pl. <http://elib.uni-stuttgart.de/opus/volltexte/2001/877>.
- LATHUILIERE B. (1998) - Visite des carrières d'Euville et de Pagny-sur-Meuse. *Bull. Soc. géol. de l'Ardèche*, **178**, 11 p.
- LATHUILIERE B. (2000) - Coraux constructeurs du Bajocien inférieur de France, *Geobios*, Lyon, 1ère partie : **33**, 51-72. 2ème partie : **33**, 153-181.
- LATHUILIERE B. (2002) - Reef building corals of the Lower Bajocian of France as paleoenvironmental tools. - 6th *Intern. Symp. on the Jurassic Systems*, abstracts and program book, **105**, Palermo, Sicily, Italy.
- LATHUILIERE B., GEISTER J. et CHALOT R. (1994) - Les environnements coralliens de l'Oxfordien de Lorraine, témoins des fluctuations du niveau marin et de l'évolution des écosystèmes récifaux. Livret guide excursion A.P.B.G. , congrès Lorraine, 27 p.
- LATHUILIERE B. et GILL G.A. (1995) - Some new suggestions on functional morphology in pennular corals. *Publ. Servi. géol. Luxembourg*. **29**, 259-264, 1 pl.
- LATHUILIERE B. et GILL G.A. (1998) - *Dendraræa*, a corail scléactiniaire branchu jurassique : structure, systématique, écologie. *Palaeontographica Abt. A*, **248**, 145-162.
- LATHUILIÈRE B., BODEUR Y., GAILLARD C., HABRANT N., HANZO M., MARCHAND D., and WERNER W. (2003) - Coral zonation of an oxfordian reef tract in the northern French Jura. *Intern. Congr. on Fossil Cnidaria and Porifera*, Graz, Austria, Berichte des Institutes für geologie und Paläontologie der karl-Franzens-Universität Graz/Austria, **7**, p.50.
- LAUGIER R. (1971) - Le Lias inférieur et moyen du Nord-Est de la France. *Mém. Sci Terre*, Nancy, **21**, 300 p., 85 + 113 fig., 12 tabl., 9 pl.
- LEDIT D. (1985) - Etude sédimentologique de l'Oolithe miliaire supérieure (Bajocien terminal) de Pierre-la-Treiche (Meurthe-et-Moselle) : structures

- sédimentaires d'origine tidale et fracturation synsédimentaire. Rapport stage D.E.A., Univ. Nancy I, 77 p., 58 fig., 6 pl. h.t., inéd.
- LE ROUX J. (1980) - Jurassique moyen. Descriptions régionales: Lorraine. *In* : C. MEGNIEN et F. MEGNIEN (coord.), Synthèse géologique du Bassin de Paris. 1: Stratigraphie et paléogéographie. Mém. B.R.G.M. , Orléans, **101**, 160-167.
- LE ROUX J. (1997) - Structure du NE du Bassin de Paris. - Journées scientifiques de l'ANDRA, Atlas des posters, 10-12, Bar-le-Duc.
- LOUP B. and WILDI W. (1994) - Subsidence analysis in the Paris Basin : a key to Northwestern European intracontinental basins? *Basin Research*, **6**, 159-177.
- MANGOLD C., POIROT E., LATHUILIERE B. et LE ROUX J. (1994) - Biochronologie du Bajocien supérieur et du Bathonien de Lorraine (France). *Geobios*, Lyon, Mém. spec. **17**, 343-349.
- MARTIN-GARIN B., LATHUILIERE B. et GEISTER J. (2002) - Récifs, coraux et climats oxfordiens de la Tethys. *Docum. Lab. géol. Lyon*, 156, 154-155.
- MAUBEUGE P.L. (1955) - Observations géologiques dans l'Est du Bassin de Paris (Terrains triasiques moyens, supérieurs et jurassiques inférieurs, moyens). 1, Nancy, 500 p.
- MAUBEUGE P.L. (1968) - Le contact de l'Oxfordien (Ex-Séquanien) et du Kimméridgien dans le département de la Meuse. *Bull. Acad. et Soc. Lorraines Sci. (Nancy)*, **7/3**, 210-217.
- McCABE P.J. and JONES C.M. (1977) - Formation of reactivation surfaces within superimposed deltas and bedforms. *J. Sediment. Petrol.*, Tulsa, **47**, 707-715.
- NOORMETS R., FELTON E.A. and CROOK K.A.W. (2002) - Sedimentology of rocky shorelines : 2 Shoreline megaclasts on the north shore of Oahu, Hawaii-origins and history. *Sedim.Geol.*, **150**, 31-45.
- NORI L. et LATHUILIERE B. (1999) - Intérêt sédimentologique de *Gryphaea arcuata*. Poster, 7ème Cong. Fr. Sédim. Publ. A.S.F., **33**, 245, Nancy (nov.).
- NORI L. and LATHUILIERE B. (2003) - Form and environment of *Gryphaea arcuata*. *Lethaia*, **36**, 83-96, Oslo.
- PELLENARD P. (2002) - Message terrigène et influences volcaniques au Callovien-Oxfordien dans les bassins de Paris et du Sud-Est de la France. Thèse Univ. Lille.

- PITTET B. (1996) - Contrôles climatiques, eustatiques et tectoniques sur les systèmes mixtes carbonatés-silicoclastiques de plate-forme : exemples de l'Oxfordien (Jura suisse, Normandie, Espagne). - 256 p., Thèse Doct., Fac. Sci.Univ. Fribourg (Suisse).
- POIROT E. (1986) - Description géologique de quelques gisements paléontologiques en Lorraine centrale, région de Toul. *Minéraux et fossiles*, **126**, 24-34.
- POIROT E. (1987) - Le Terrain à chailles (Oxfordien inférieur et moyen) du Toulinois (Lorraine). D.E.S., Nancy, inéd., 121 p., 22 fig., 12 pl.
- PURSER B. H. (1980) - Sédimentation et diagenèse des carbonates néritiques récents. 1: Les éléments de la sédimentation à la diagenèse. 366 p. *I.F.P.*, Paris
- RIOULT M., DUGUE O., JAN-du-CHENE R., PONSOT C., FILY G., MORON J.-M. and VAIL P. R. (1991) - Outcrop sequence stratigraphy of the Anglo-Paris Basin, Middle to Upper Jurassic (Normandy, Maine, Dorset). *Bull. Cent. Rech. Explor.-Prod Elf-Aquitaine*, **15**, 1, 101-194.
- SAVRDA C.E. (2002) - Equilibrium responses reflected in a large *Conichnus* (Upper Cretaceous Eutaw Formation, Alabama, USA). *Ichnos*, London, **9**, 33-40.
- SCHLICHTER D. (1991) - A perforated gastrovascular cavity in *Leptoseria fragilis*. *Naturwissenschaften*, **78**, p.467-469 .
- SCOFFIN T.P. (1993) - The geological effects of hurricanes on coral reefs and the interpretation of storm deposits. *Coral Reefs*, **12**, 203-221.
- SELLWOOD B.W. (1978) - Shallow-water carbonate environments. *In* : H.C. READING (ed.), *Sedimentary environments and facies*, 1st edit.. Blackwell, Oxford, 259-313.
- SKELTON, P.W. and SMITH, A.B. (2000) - A preliminary phylogeny of rudist bivalves : sifting clades from grades. *Geological Society*, London, Special Publi., *in* Harper, E.M.; Taylor, J.D. and Crame, J.A. : (eds.), *The evolutionary biology of the Bivalvia*. 177: 97-127, 15 figs., London.
- STEINER P. (1980) - Lithostratigraphie et fracturation du Dogger lorrain. Thèse 3e cycle, Univ. Nancy I, 203 p., 94 fig., 5 tabl.
- STEUBER T. - <http://www.ruhr-uni-bochum.de/sediment/rudinet/index.htm>
- THIRY-BASTIEN P. (2002) - Stratigraphie séquentielle des calcaires bajociens de l'Est de la France (Jura - Bassin de Paris). - Thèse Univ. Lyon I, 1-411.
- VADET A. (1987) - Les échinides fossiles de Foug. *Minéraux et fossiles*, **147**, 27-35 .
- VADET A., PANNIER P. et MARIGNAC C. (2002) - Les oursins de l'Oxfordien de Foug. *Soc. Histoire nat. Boulonnais*, **22**, 2, 44p., 16 pl.

- VINCENT B. (2001) - Sédimentologie et géochimie de la diagenèse des carbonates. Application au Malm de la bordure Est du Bassin de Paris. Thèse Univ. Bourgogne, 324 p. + ann., inéd.
- VINCENT B. et LOREAU J.P. (1999) - Diversité des faciès de la couverture géologique de la couche hôte ; approche sédimentologique, séquentielle et diagénétique des formations carbonatées de l'Oxfordien et du Kimméridgien inférieur du site de Meuse/Haute-Marne. Journées scientifiques A.N.D.R.A. 1999, Nancy , 14.
- VISSER M.J. (1980) - Neap-spring cycles reflected in Holocene subtidal large-scale bedforms deposits : a preliminary note. *Geology, Boulder*, **8**, 543-546.
- WEEDON G.P. (1986) - Hemipelagic shelf sedimentation and climatic cycles : the basal Jurassic (Blue Lias) of South Britain. *Earth and planet. Sci. Letter*, **76**, 321-335.
- WILDI W., FUNK H., LOUP B., AMATO E. and HUGGENBERGER P. (1989) - Mesozoic subsidence history of the European marginal shelves of the alpine Tethys (Helvetic realm, Swiss Plateau and Jura). *Eclogae geol. Helv.*, **82**, 3, 817-840.

Légende pour les figurés oxfordiens

	Algues indifférenciées		Gastropodes indifférenciés		Intraclastes
	Débris végétaux		Nérinées		Oolithes
	Foraminifères benthiques indifférenciés		Ammonites		Pisolithes
	Miliolites		Nautilites		Oncolithes
	Lenticulines		Brachiopodes indifférenciés		Péloïdes
	Foraminifères agglutinants		Rhynchonelles		Bioturbation diffuse
	Spirillines		Térébratules		Lamines algaires
	Spongiaires		Sclérites d'holothurides		Gypse
	<i>Cladocoropsis</i>		Ophiurides		Bird eyes
	Chaetétidés		Articles de crinoïdes		Lithoclastes microbiens
	Coraux lamellaires		Radioles d'oursins		Cristaux de pyrite
	Coraux branchus		Tests d'oursins		Stratifications entrecroisées
	Coraux en dôme		Ostracodes		HCS
	Serpules		Crustacés		Discontinuité de chute du niveau marin relatif
	Bivalves indifférenciés		Restes squelettiques de poissons		Surface d'inondation maximale
	Pectinidés		Coprolithes		Surface d'émersion et de transgression
	<i>Pholadomya</i>		Perforations		Surface de transgression
	Ostreïdés		Terriers horizontaux		Surface de transgression et maximum d'envoyage confondus
	Exogyres		Terriers verticaux		Cortège transgressif
	Astartes				Cortège de haut niveau marin
	<i>Trichites</i>				Cortège de bas niveau marin
	<i>Diceras</i>				