



Lathuilière, B., Carpentier, C., André, G., Dagallier, G., Durand, M., Hanzo, M., Huault, V., Harmand, D., Hibschi, C., Le Roux, J., Malartre, F., Martin-Garin, B., Nori, L. 2003- Carrière de Pagny-sur-Meuse, Meuse. Contribution ORAGE publiée à la BSS n°36.

Extrait de :

Lathuilière, B., Carpentier, C., André, G., Dagallier, G., Durand, M., Hanzo, M., Huault, V., Harmand, D., Hibschi, C., Le Roux, J., Malartre, F., Martin-Garin, B., Nori, L. 2003 Production carbonatée dans le Jurassique de Lorraine. Groupe Français d'Etude du Jurassique, Université de Nancy p. 79- 94.

Coordonnées SRS (Longitude/Latitude) : X = 5.732; Y = 48.675

Département : Meuse Commune : Pagny-sur-Meuse

Nature : Carrière

Arrêt 3.1 Pagny-sur-Meuse

Localisation

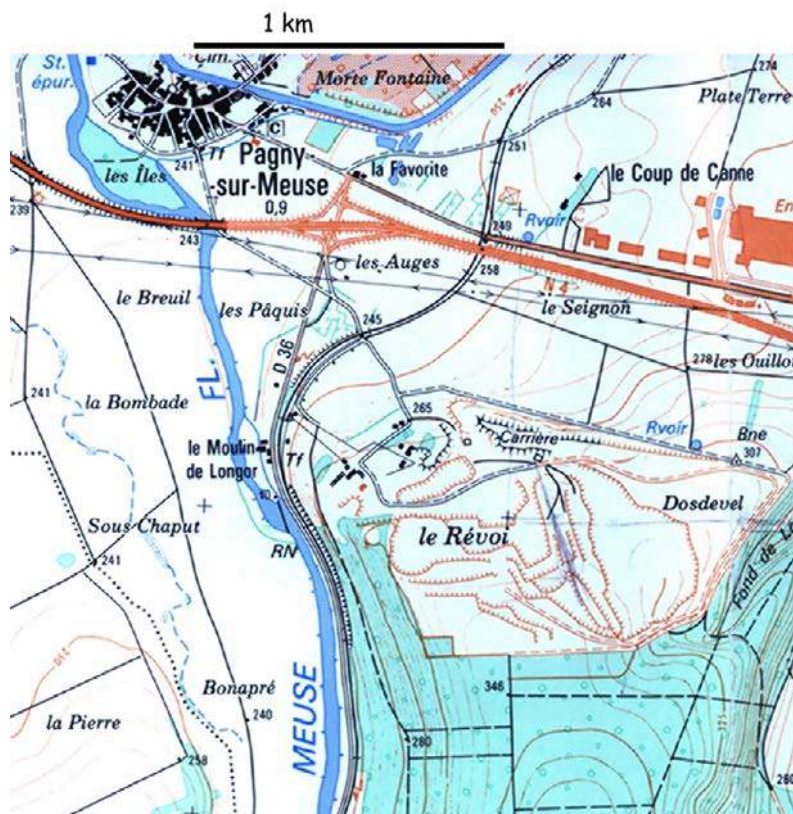


Fig. 46 Carrière du Révoi à Pagny-sur-Meuse
(d'après la carte IGN à 1/25 000 Commercy)

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.

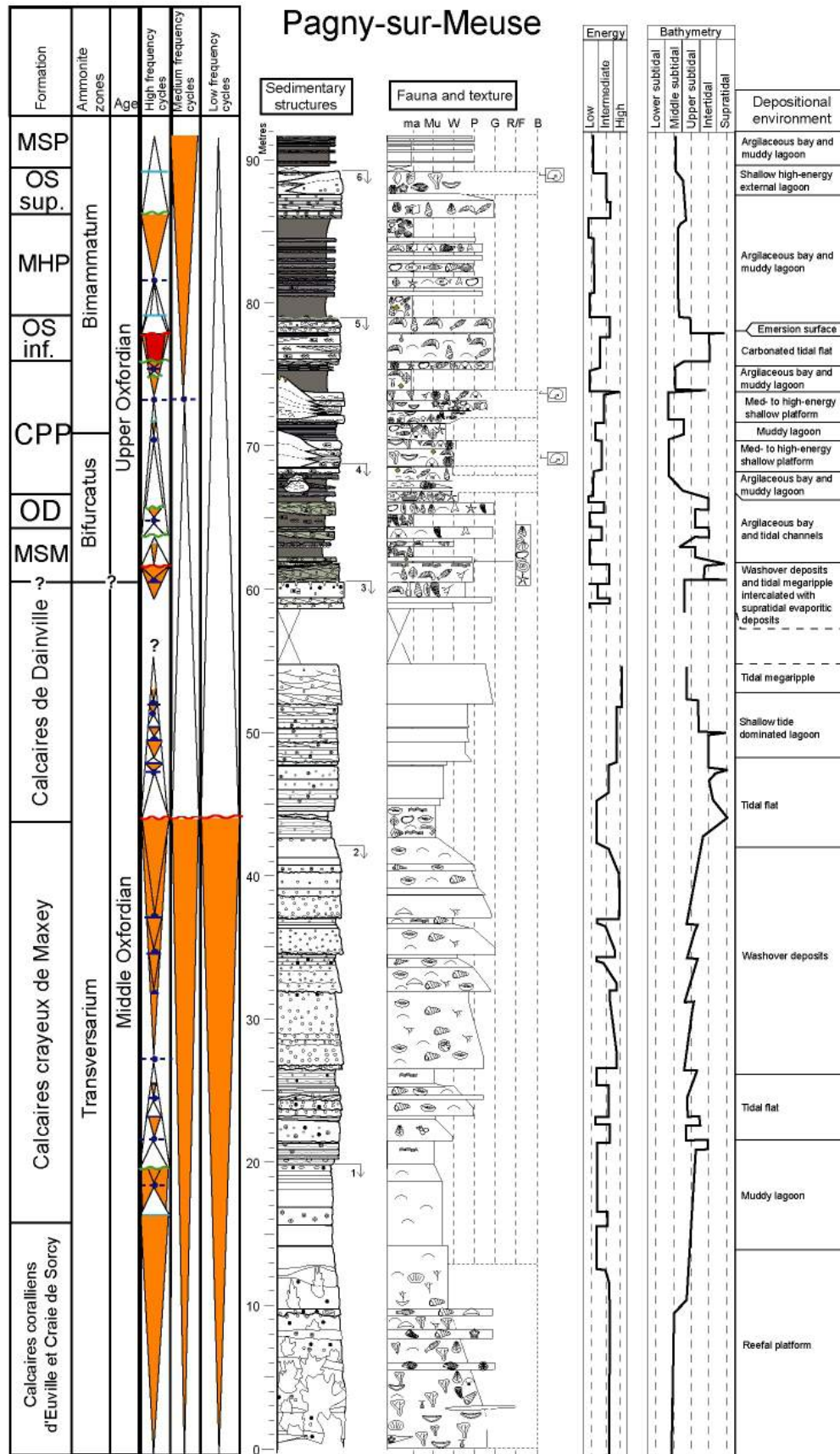
Références bibliographiques

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 polypiers 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 algaire 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 algaire 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 algaire (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 miliolles. 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

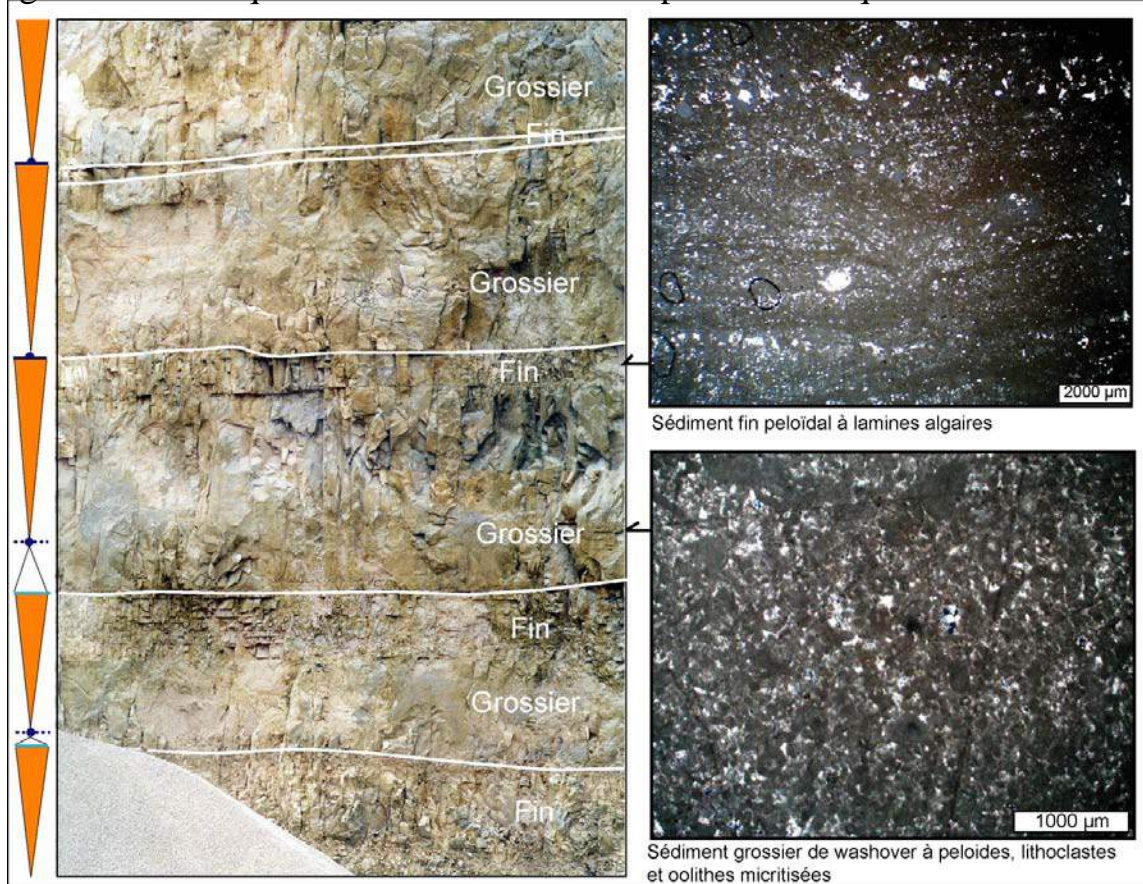


Fig.48 Enregistrement haute-fréquence dans les Calcaires crayeux de Maxey

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.

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 miliolles 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

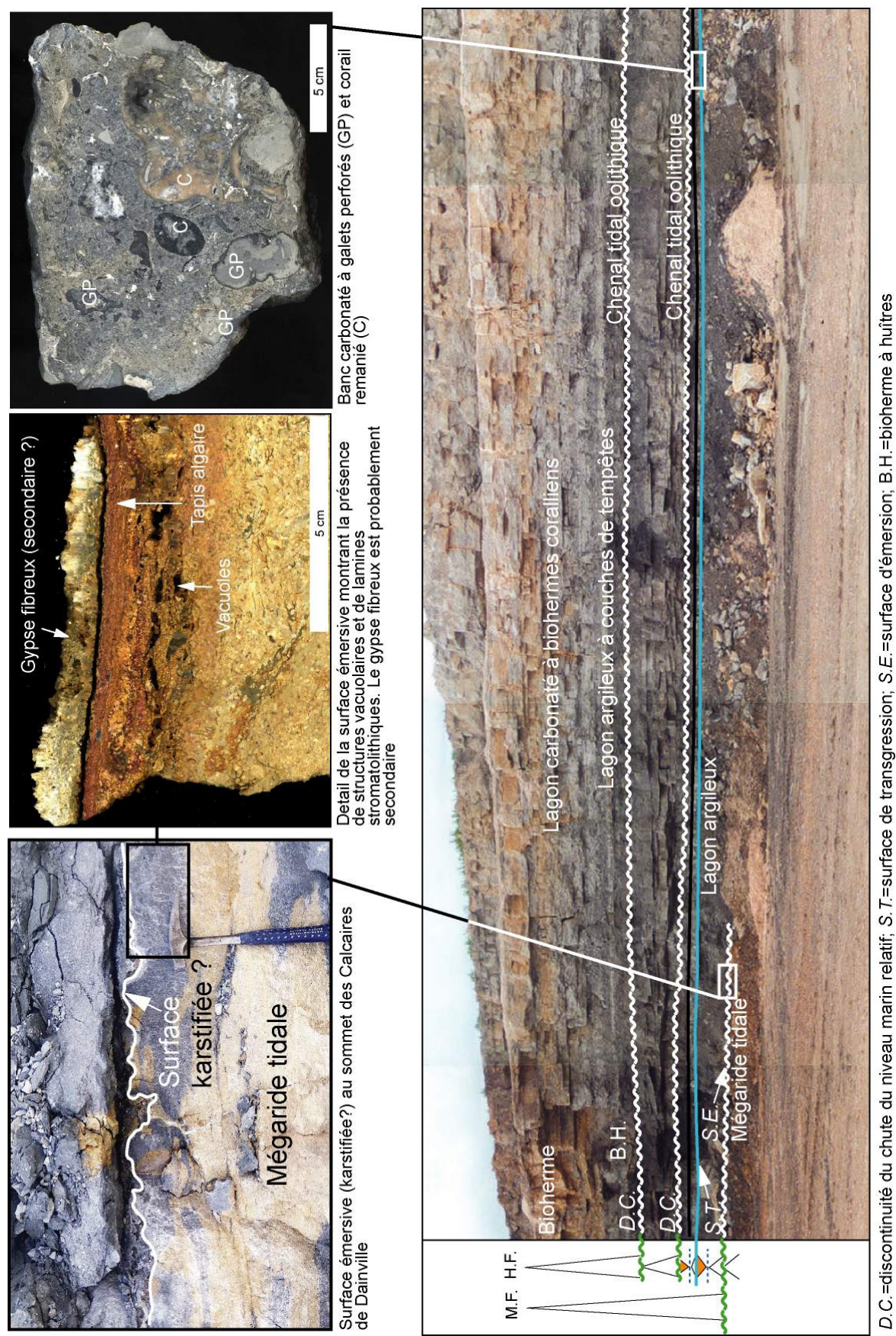


Fig. 50 Des marnes silteuses de Maxey aux Calcaires à polypiers de Pagny

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 ostreïdés, 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 ostreïdés, 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.

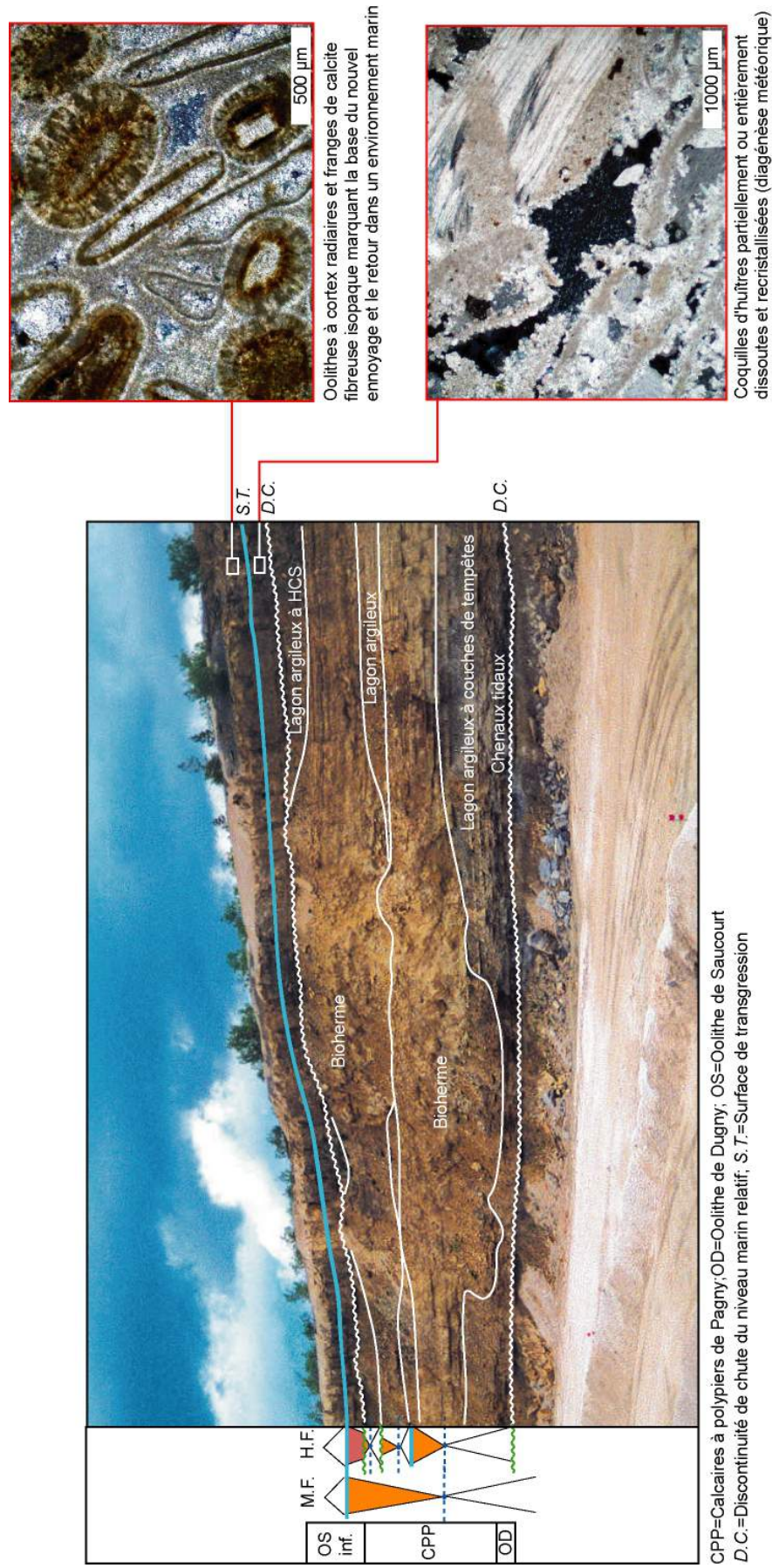


Fig. 51 De l'Oolithe de Dugny à l'Oolithe de Saucourt inférieure

-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 nautille 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).

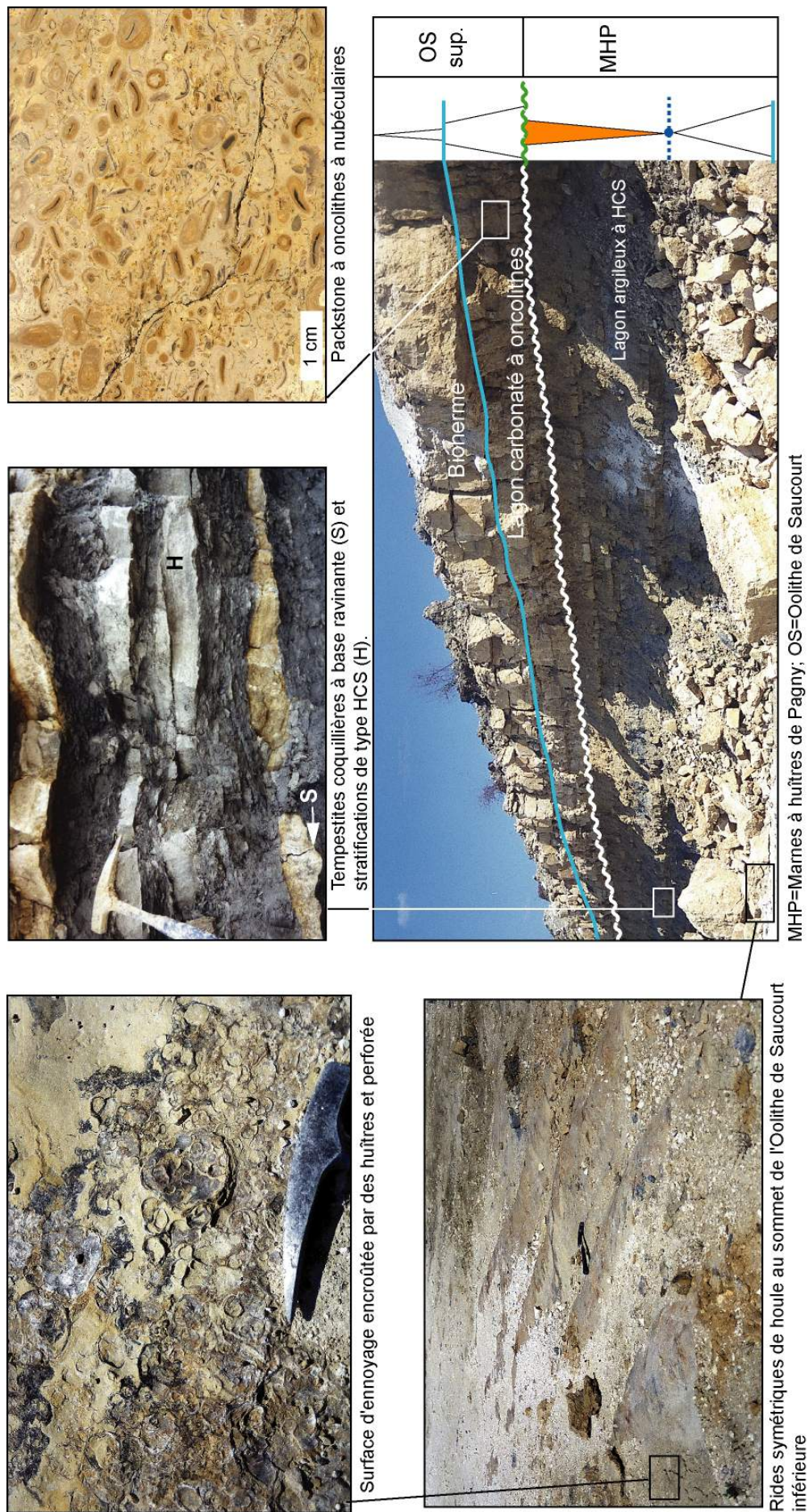


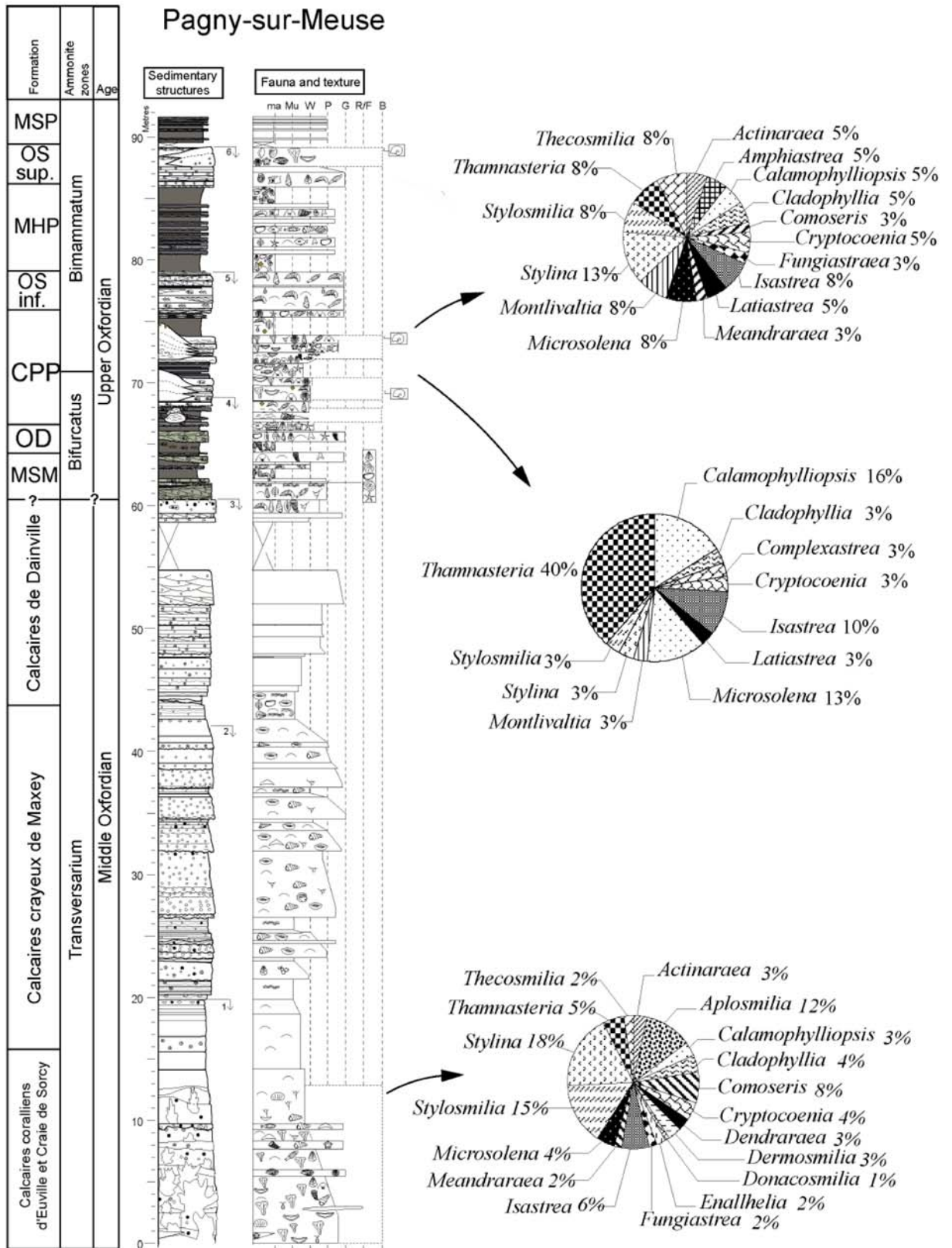
Fig. 52 Des Marnes à huîtres de Pagny à l'Oolithe de Saucourt supérieure

-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 silteuses 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).

Légende pour les figurés oxfordiens

	Algues indifférenciées		Gastropodes indifférenciés		Intraclastes
	Débris végétaux		Nérinées		Oolithes
	Foraminifères benthiques indifférenciés		Ammonites		Pisolithes
	Milioles		Nautilite		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
	Ostreïdé		Terriers horizontaux		Surface de transgression et maximum d'ennoyage confondus
	Exogyres		Terriers verticaux		Cortège transgressif
	Astartes				Cortège de haut niveau marin
	<i>Trichites</i>				Cortège de bas niveau marin
	<i>Diceras</i>				