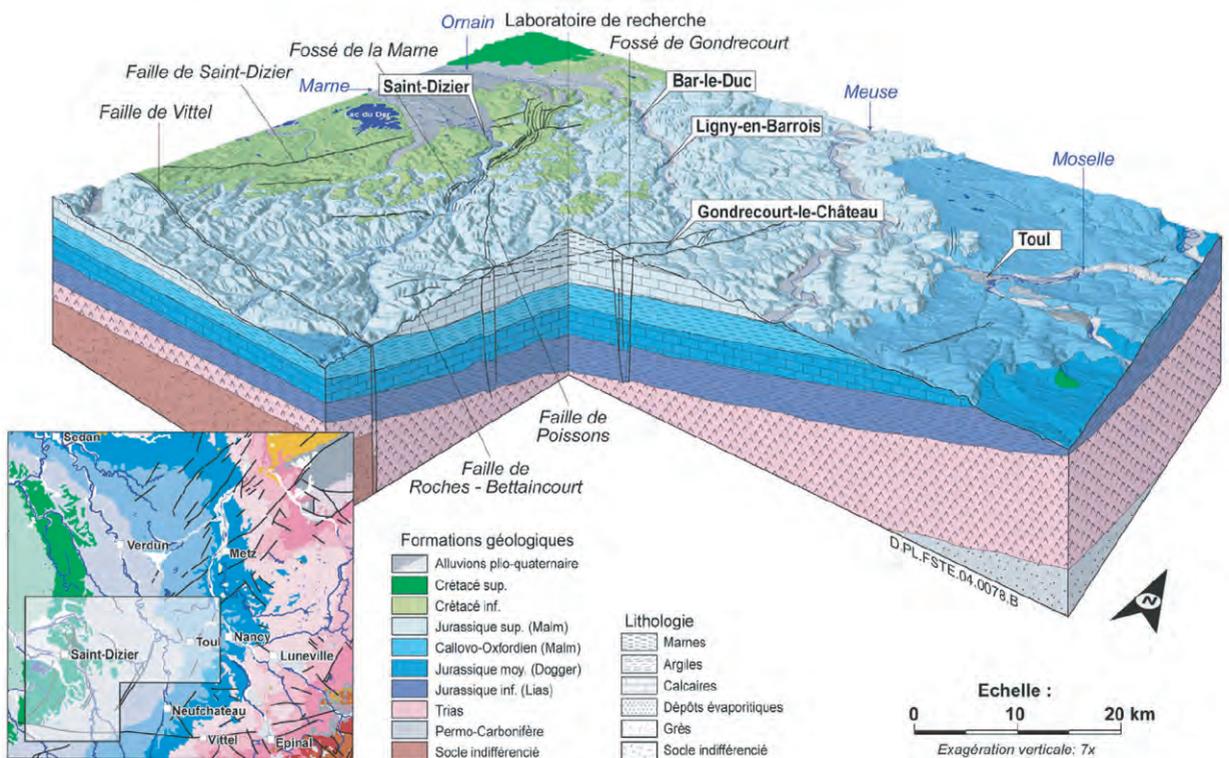


# *L'environnement sédimentaire du laboratoire Andra du site de Bure (Meuse / Haute-Marne)*



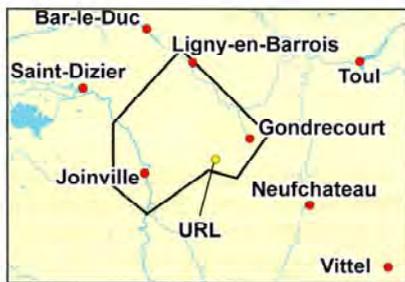
**Jacques THIERRY**  
**Benjamin BRIGAUD**  
**Cédric CARPENTIER**  
**Pierre PELLENARD**

**Association des Géologues du Bassin de Paris**  
**Journées d'Automne**  
**4-5 Octobre 2008**

# Le site de Bure.

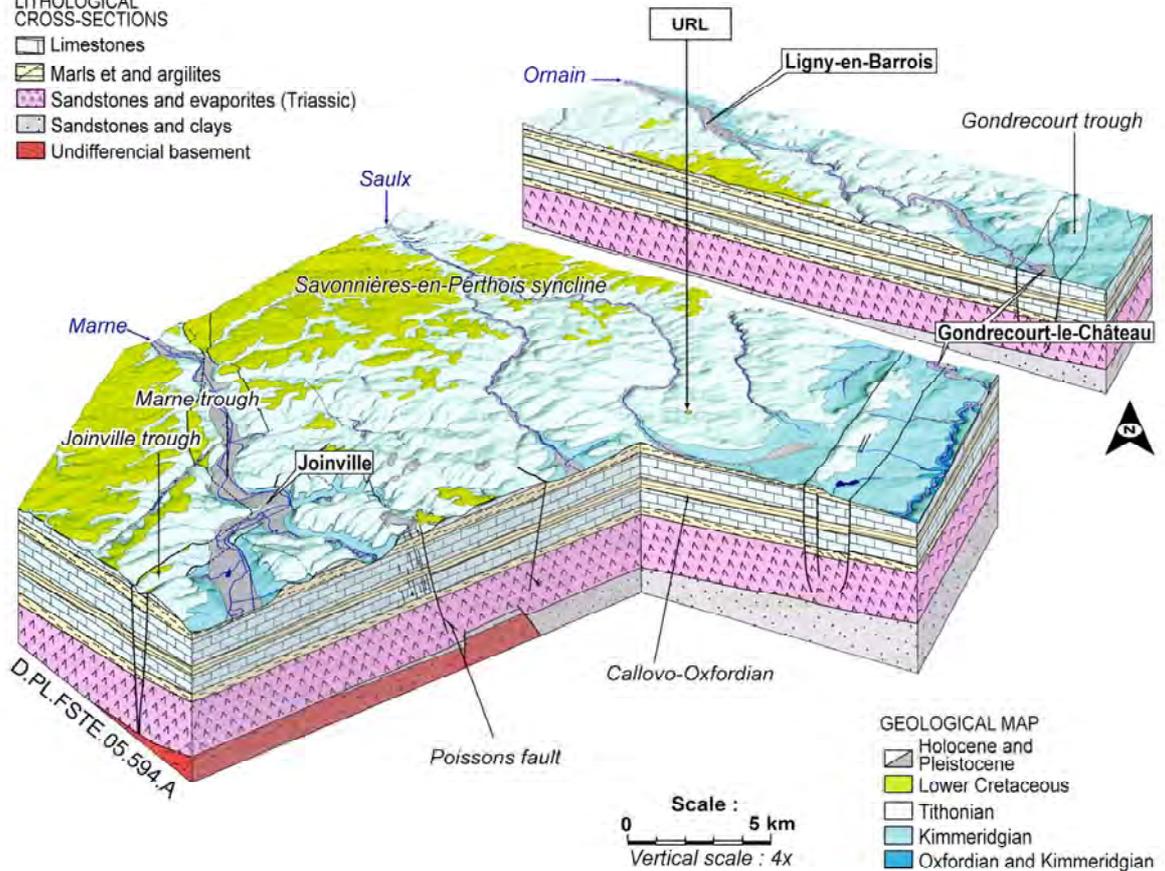
## Quelques éléments d'introduction: Situation géographique et contexte géologique.

rédaction :  
**Jacques THIERRY**



**LITHOLOGICAL CROSS-SECTIONS**

- Limestones
- Marnes et argilites
- Sandstones and evaporites (Triassic)
- Sandstones and clays
- Undifferentiated basement



- GEOLOGICAL MAP**
- Holocene and Pleistocene
  - Lower Cretaceous
  - Tithonian
  - Kimmeridgian
  - Oxfordian and Kimmeridgian

Sous la tutelle du Ministère de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement, l'Andra, Agence Nationale Française pour la Gestion des Déchets Radioactifs, est l'organisme public responsable de la gestion des déchets radioactifs à longue période produits par la France.

Un décret du 30 Décembre 1991 a chargé l'Andra de définir la faisabilité d'un laboratoire de stockage souterrain situé dans un site géologique profond réunissant toutes les garanties de sécurité pour l'homme et l'environnement.

Depuis Janvier 1994, l'Andra a mené des investigations dans plusieurs sites dont celui dénommé « Site de Bure », ou « Site Meuse/Haute-Marne », du fait de sa localisation en surface à la limite de ces deux départements. A cet emplacement a été creusé un laboratoire souterrain dans lequel ont été menées des recherches pendant près de dix ans. Celles-ci ont abouti à la publication d'un rapport d'évaluation du site, « Rapport 2005 argile », du fait que la « couche-hôte » susceptible d'accueillir les déchets dans l'Est du Bassin de Paris est la formation géologique jurassique callovo-oxfordienne dénommée « Argiles de la Woëvre ».

Il n'est pas question ici de faire référence à la masse considérable de documents de toutes disciplines et de toutes natures issues de ces dix années de recherche et dont le « Rapport 2005 argile » est une émanation condensée. On s'intéressera surtout aux résultats académiques concernant la connaissance sédimentaire et stratigraphique des séries géologiques jurassiques formant le « mur » et le « toit » de la « couche-hôte » et la « couche hôte » elle-même. En effet, en parallèle et en étroite collaboration avec la recherche appliquée, une recherche académique a été menée par le C.N.R.S., le B.R.G.M., l'École des Mines de Paris et de nombreux laboratoires universitaires. En plus des rapports internes, publications scientifiques dans des revues à comité de lecture, résumés et présentations à des colloques et symposiums, deux numéros spéciaux de périodiques français de géosciences ont fait état des avancées des connaissances sur les séries sédimentaires concernées :

- A. TROUILLER (Rédacteur invité) - 2006 - Le Callovo-oxfordien du bassin de Paris : du contexte géologique à la modélisation de ses propriétés. *Comptes Rendus Géosciences*, Tome 338, fascicule 12-13, p. 815-941.

- P. LEBON (Guest-Editor) - 2007 - A multidisciplinary approach to the eastern Jurassic of the Paris Basin (Meuse / Haute-Marne). *Mémoires de la Société géologique de France*, Nouvelle série, n° 178, 156 p.

#### Situation géographique :

Le site de Bure est implanté, sur la bordure est du bassin de Paris, aux confins septentrionaux des plateaux du Barrois qui culminent ici vers 385 m d'altitude. Le secteur étudié par l'Andra s'étend sur 40 km de large d'Est en Ouest et 60 km du Nord au Sud ; il est limité à l'Ouest par la vallée de la Marne au droit de Joinville, et à l'Est par la vallée de la Meuse au droit de Gondrecourt-le-Château. Le site est à peu près centré sur le secteur considéré, à une vingtaine de km à l'Est de Joinville et à une quinzaine de km de Gondrecourt-le-Château. Installé à quelque distance au Sud de la D 960, il est à peu près à égale distance des villages de Saudron, Bure et Mandres-en-Barrois.

#### Contexte géologique :

Le secteur géographique concerné couvre une partie des plateaux et des cuestas jurassiques de l'Est du bassin de Paris ; le site de Bure occupe le revers de la Côte des Bars formée ici par les calcaires du Tithonien inférieur (Portlandien *auct.*) à pendage Nord-Ouest faible (1 à 1,5°) et constant. Au delà vers l'Est, se développent les Côtes de Meuse, puis de Moselle, constituées respectivement par les formations du Jurassique supérieur (Oxfordien-Kimméridgien) et du Jurassique moyen (Bathonien et Callovien).

Cette structure monoclinale est localement affectée par des déformations d'ampleur décakilométriques tel le « Synclinal de Savonnières » (ou « Flexure d'Aulnois-en-Pertois ») orienté sensiblement Est-Ouest dans la partie nord du secteur. Des failles d'importance régionale traversent ce secteur, telles la faille de la Marne (« Fossé de la Marne ») et la faille de Poissons d'orientation Nord - Nord-Ouest - Sud - Sud-Est en bordure occidentale du secteur. L'« accident » de Vittel, orienté Est-Ouest est parallèle à la limite méridionale du secteur ; les fossés de Joinville et Gondrecourt, orientés Nord - Nord-Est - Sud - Sud-Ouest sont respectivement en limites ouest et est.

Dans tout le secteur considéré, les forages de reconnaissance et les deux puits d'accès creusés sur le site, ont permis d'étudier l'ensemble des formations jurassiques, parfois même pour les forages les plus profonds, celles du Trias et leur « conglomérat de base » au contact avec le substratum paléozoïque.

Au droit du site, le puits principal d'accès (« PPA ») a été creusé à l'emplacement du forage de reconnaissance « Est 204 » et le puits auxiliaire (« PAX ») a été creusé sur l'emplacement du forage « Est 205 ».

Dans ces deux ouvrages, la « couche-hôte » du Callovien moyen-Oxfordien inférieur (« Argiles de la Woëvre »), repose sur le toit du « Dogger calcaire » (« Dalle nacrée *auct.* », « Pierre de Dijon-Corton » et « Calcaires de Comblanchien ; = « Pierre de Chaumont ») du Bathonien supérieur-Callovien inférieur, à une profondeur de 554m. Au dessus de ce contact lithologique majeur, la « couche-hôte » se développe sur près d'une centaine de mètres d'épaisseur (Ferry *et al.*, 2007)

Elle est surmontée par les « Terrains à chailles » et les « Marnes des Épargés », formations de l'Oxfordien inférieur et moyen à faciès encore très argileux qui se développent chacune respectivement sur une vingtaine de mètres. Ces deux formations peuvent encore être considérées comme faisant partie de la « couche-hôte ».

L'Oxfordien moyen calcaire, fréquemment avec polypiers (« faciès glypticien » *auct.*) qui vient au dessus, constitue le toit de la « couche-hôte ». Il comporte successivement et de bas en haut trois formations : les « Marnes à coraux de Foug », les « Calcaires à coraux de Foug » et les « Calcaires à oncolithes de Foug » dont les épaisseurs cumulées dépassent 20 m.

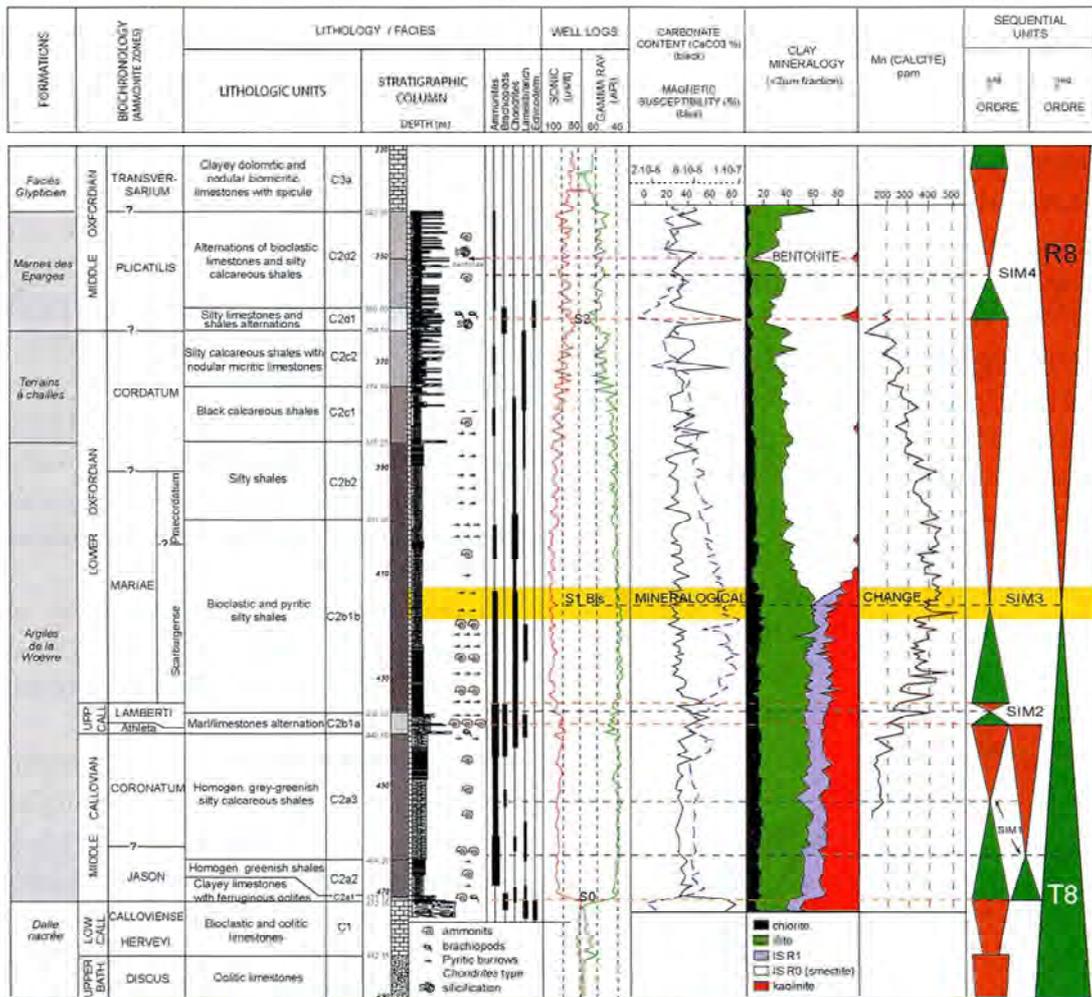
Parmi tous les forages effectués, l'un des premiers chronologiquement réalisé est HTM 102, situé quelques km au Sud - Sud-Est du site. Particulièrement étudié et ayant servi de référence pour l'étude et l'interprétation de tous les autres sondages. Compte tenu du pendage des couches et de la cote NGF de départ du forage, la succession-type des formations reste très constante ; les différences qui apparaissent concernent leurs épaisseurs respectives et les cotes profondeur de leurs limites.

A titre d'exemple, on comparera les logs respectifs des forages « HTM 102 » et « EST 204-PPA » - EST 205 PAX » illustrés ci-après.

### Choix bibliographique :

- CARPENTIER C. (2004). - Géométries et environnements de dépôt de l'Oxfordien de Lorraine. *Thèse Doctorat Univ. Nancy*, 470 p. (inédit).
- FERRY S., PELLENARD P., COLLIN P.-Y., THIERRY J., MARCHAND D., DECONINCK J.-F., ROBIN C., CARPENTIER C., DURLET C. & CURIAL A. (2007) - Synthesis of recent stratigraphic data on Bathonian to Oxfordian deposits of the Eastern Paris Basin. *Mém. Soc. géol. Fr.* n.s. n° 178, p. 37-57.
- PELLENARD P. & DECONINCK J.F. (2006). – Mineralogical variability of Callovo-Oxfordian clays from the Paris Basin and the Subalpine Basin. *C.R. Géoscience*, **338**, 854-866.
- THIERRY J., MARCHAND D., FORTWENGLER D., BONNOT A. & JARDAT R. (2006) - Les ammonites du Callovien-Oxfordien des sondages ANDRA dans l'Est du bassin de Paris : bio-chronostratigraphie, intérêts paléocologique et paléobiogéographique, applications paléoenvironnementales et paléogéographiques. *C. R. Géosciences*, **338**, 834-853.

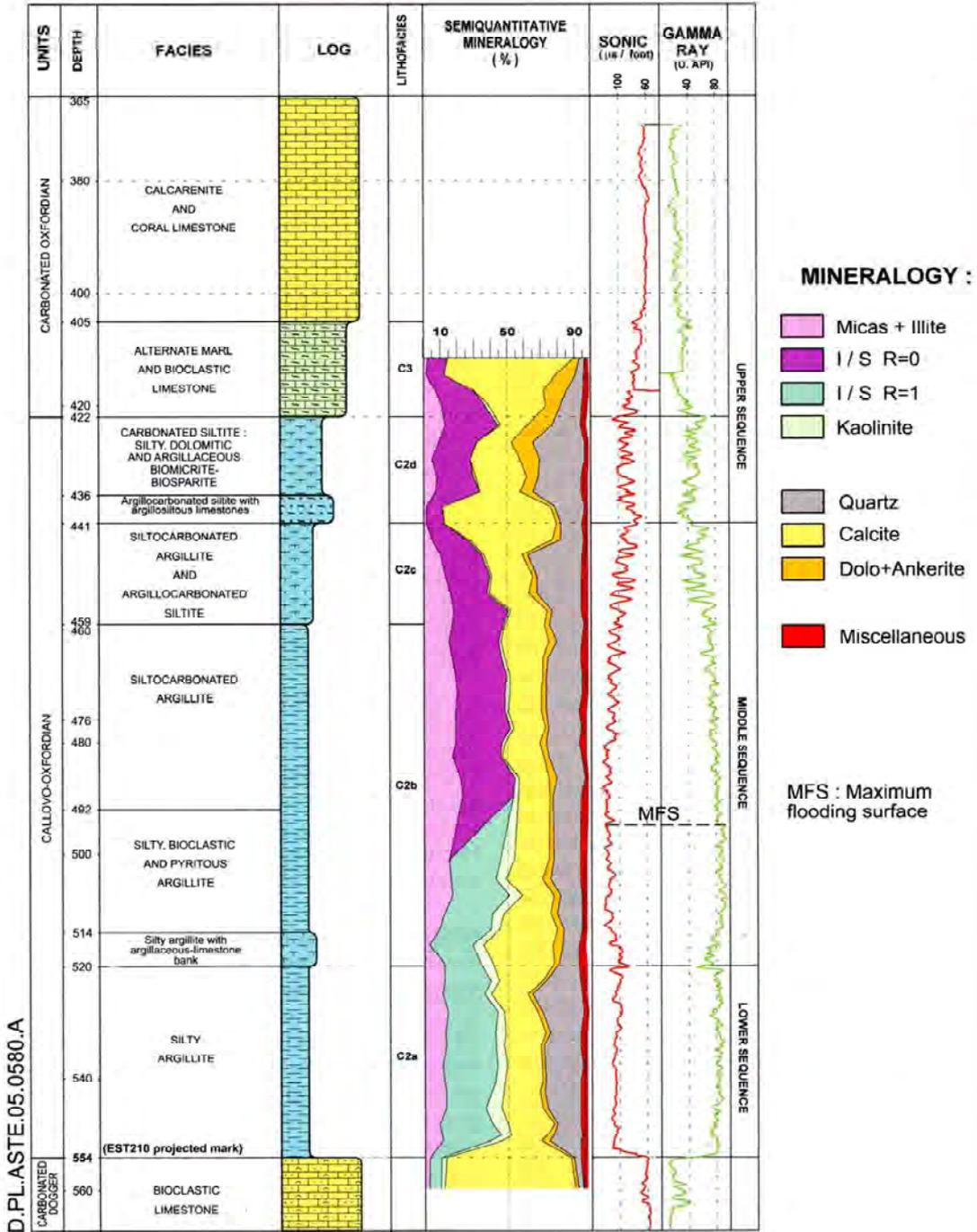




*Données biosstratigraphiques, litho-faciologiques, diagraphiques, minéralogiques, géochimiques et séquentielles du sondage Andra HTM 102*

(Source : Pellenard & deconinck, 2006)

(Depth measured from the URL main shaft downwards - Geological data from boreholes EST204/205 et 211 pro.) Mineralogy from borehole EST207



**Lithologie et minéralogie des argilites du Callovo-Oxfordien à l'aplomb du laboratoire souterrain de Bure (Meuse / Haute-Marne) Synthèse des forages EST 204 - Puits principal d'accès et EST 205 - Puits auxiliaire**

(Source : rapport 2005 argile - Yven et al.)

Etages	Zones	Sous-zones	Horizons	
OXFORDIEN MOYEN	Transversarium "Glosense"	Rotoides		
		Schilli		
		Luciaeformis		
		Parandieri		
	Plicatilis	Antecedens "Tenuiserratum"		
		Vertebrale "Densiplicatum"		
OXFORDIEN INFÉRIEUR	Cordatum	Cordatum		
		Costicardia		
		Bukowskii		
	Mariae	Praecordatum		<i>praecordatum</i>
				<i>alphacordatum</i>
				<i>praemartini</i>
		Scarburgense		<i>woodhammense</i>
			<i>scarburgense</i>	
			<i>thuouxensis</i>	
			<i>paucicostatum</i>	
CALLOVIEN SUPÉRIEUR	Lamberti	Lamberti	<i>lamberti</i>	
			<i>praelamberti</i>	
		Henrici "Poculum"	<i>henrici</i>	
			<i>messiaeni</i> <i>nodulosum</i>	
	Athleta	Collotiformis "Spinsum"	<i>collotiformis</i>	
		<i>piveteaui</i>		
Trezeense "Proniae"		<i>athleta</i>		
			<i>leckenbyi</i>	
CALLOVIEN MOYEN	Coronatum	Phaeinum "Rota"	<i>interpositum</i> <i>rota</i>	
		Grossouvrei "Leuthardt"		
		Obductum "Baylei"		
	Jason "Anceps"	Jason "Tyranniformis"		
		Medea "Stuebeli"		
CALLOVIEN INFÉRIEUR	Gracilis	Calloviense	Enodatium "Patina"	
			Calloviense	<small>"Ardescicum" "Michalskii"</small>
		Koenigi	Galilaei	
			Curtilobus "Voultensis"	
		"Grossouvrei"		
		Gowerianus "Prahecuense"		
	Herveyi ou Bullatus "Macrocephalus"	Kamptus		<small>"Bullatus"</small>
			Terebratus	
		Keppleri		
BATHONIEN SUPÉRIEUR	Discus	Discus		

Figure 2 - Biozonation d'ammonites du Callovien inférieur p.p. à l'Oxfordien moyen p.p. (modifié d'après Mangold & Rioult, 1997 ; Thierry *et al.*, 1997 et Cariou *et al.*, 1997).

Échelle composite vis à vis des provinces biogéographiques subméditerranéenne et subboréale; le nom d'unité biostratigraphique le plus souvent utilisé dans le texte est en grand caractère, quelle que soit la province biogéographique ; le nom de l'unité équivalente dans l'autre province est entre guillemets.

**Coupes de Chaumont**  
**Tranchées routières de la D 65 et de la D 10**  
**à l'entrée Ouest de Chaumont (Haute Marne) :**  
**les formations du mur de la couche hôte.**

**« Calcaires de Comblanchien » (= « Calcaire de Chaumont *auct.* »  
ou « Calcaires à *Rhynchonella decorata auct.* »),  
faciès comblanchien et faciès comblanchoïde ;  
« Pierre de Dijon-Corton »  
(= « Dalle nacrée *auct.* » partie inférieure).**

**Bathonien supérieur-terminal *p.p.* - Callovien inférieur *p.p.***

**rédaction :**  
**Jacques THIERRY & Benjamin BRIGAUD**

Localisation : tranchée de la D 65 (route de Chateauvillain - Chatillon-sur-Seine) à l'entrée Ouest de Chaumont, à hauteur du croisement entre la D 10 donnant accès à l'autoroute A 26 (entrée-sortie Semoutiers-Montsaon).

(X=806,50 ; Y=1049,40 - Carte IGN à 1/25.000ème, Chaumont (3118 Ouest).

Une seconde tranchée expose une coupe identique le long de la D 10, 1 km plus au Sud du croisement avec la D 65.

(X=806,50 ; Y=1048,10).

Carte géologique à 1/50.000ème : Chaumont (n° 336 ; Stchépinsky, 1969).

Intérêt : les « Calcaires de Comblanchien » présentent à leur sommet des faciès « comblanchoïdes » comme dans la vallée de l'Armançon (Buffon, Ravières, Cry-sur-Armançon), sur la bordure ouest de la « plate-forme bourguignonne » (= « plate-forme orientale ») au Bathonien - Callovien.

La « Pierre de Dijon-Corton » s'organise de la même façon que dans le dijonnais (Carrière du Belvédère à Talant) et dans la côte nuitonne (Carrière des Buis à Ladoix).

Remarques et commentaires :

Cette coupe-type a été décrite par de nombreux auteurs : Maubeuge (1953, n° 897), Des Ligneris & Parant (1967, n° 27), Purser (1975), Krakenberger (1985). La première description la plus moderne figure dans une synthèse sur les Systèmes sédimentaires bourguignons d'âge Bathonien terminal et Callovien (Floquet *et al.*, 1989).

Divers groupes de géologues universitaires et pétroliers (ASF, GFEJ, Elf, Total, etc ...) ont visité cet affleurement à l'occasion de nombreuses excursions ; elle a été redécrite avec peu de modifications dans les livrets-guides correspondants (Thierry & Menot, 1989 ; Floquet *et al.*, 1991a, 1991b). Elle a été revisitée dans la thèse de C. Javaux (1992). Enfin, entre les années 70 et 2000 cet affleurement a été souvent travaillé par les étudiants des universités de Dijon, Paris VI-Jussieu, Paris 11-Orsay et Nancy.

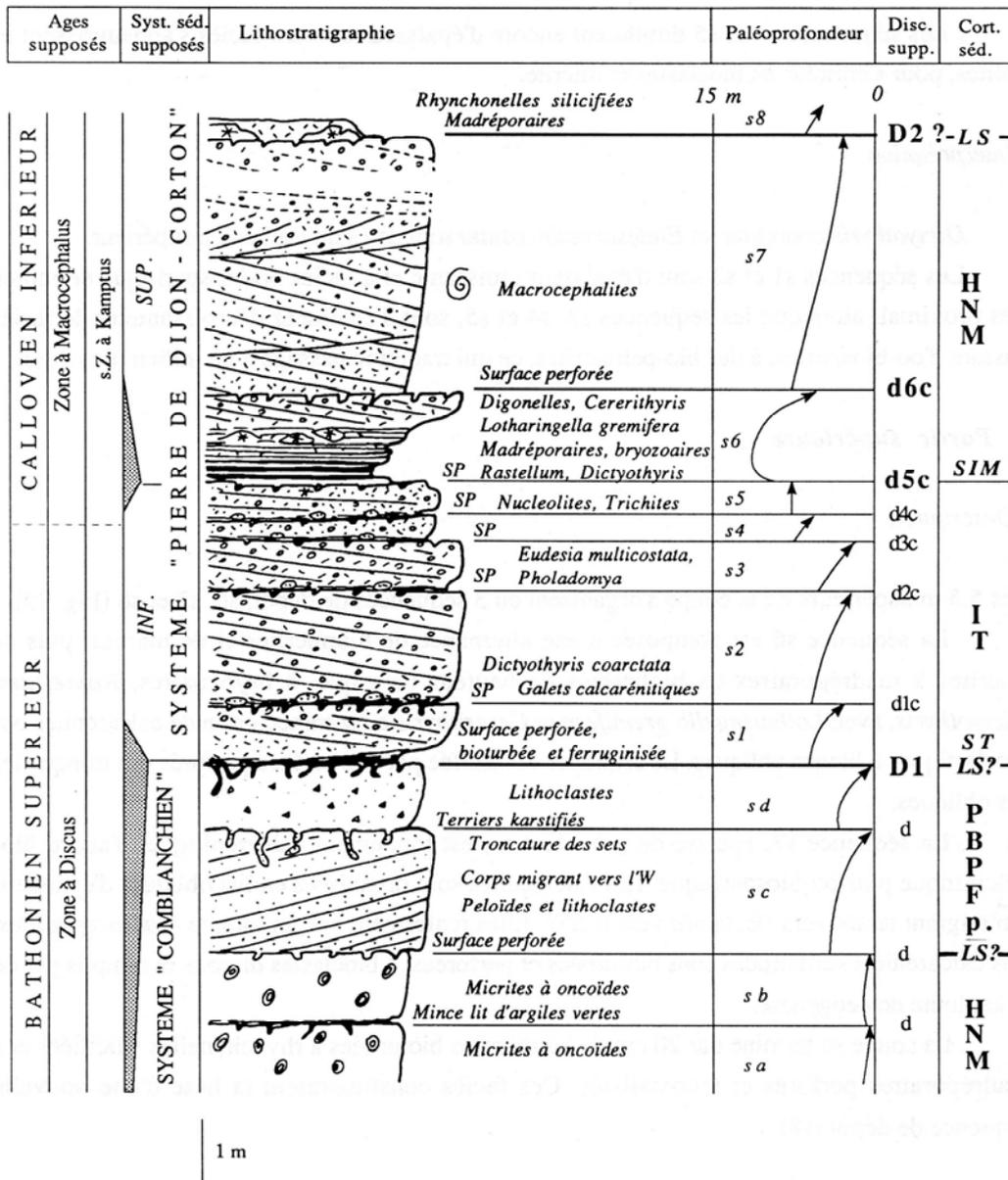
Les formations concernées et les lithologies observées intéressent les « Calcaires de Comblanchien » (« Calcaire de Chaumont » à faciès comblanchien et faciès comblanchoïde) et la « Pierre de Dijon-Corton » (partie inférieure de la « Dalle nacrée *auct.* » à faciès grainstone) entrecoupée de lits de marnes (faciès wackstone-packstone) et nombreuses discontinuités. La continuité vers le sommet de la série, « Pierre de Ladoix » (partie supérieure de la « Dalle nacrée *auct.*) est décrite par Maubeuge (1953 ; points n° 897 bis, et 898 le long de la D 65 en direction de l'Ouest) ; toutefois, ces derniers affleurements, bordés par la forêt, se sont très vite dégradés et l'observation de la partie sommitale du Dogger calcaire est désormais difficile.

L'intervalle chronostratigraphique reconnu débute dans le Bathonien supérieur *p.p.* et atteint la base du Callovien inférieur *p.p.*

N.B. : Les attributions chronostratigraphiques de la carte géologique Chaumont (Stchépinsky, 1969) et celles de Maubeuge (1953) sont très discutables ; celles de Purser (1975) et de Krakenberger (1985) sont en majeure partie conformes à celles exposées dans les publications à partir de 1989.

Description de l'affleurement :

La description qui suit est fondée sur celles adoptant un découpage séquentiel (Floquet *et al.*, 1989, 1991a & b ; Javaux, 1992) de même nature que ceux des affleurements du Sud de la Côte d'Or (région dijonnaise et côte nuitonne), afin de pouvoir mettre en évidence les similitudes et les différences existant entre ces mêmes séries du Dogger calcaire.



**Le Dogger calcaire de Chaumont :**  
**"Calcaires de Comblanchien" et "Pierre de Dijon-Corton"**  
 (Bathonien supérieur et Callovien inférieur)

Faciès, séquences et milieux de dépôt, cortèges sédimentaires

(Sources: Floquet et al, 1989; Javaux, 1991)

## **Les « Calcaires de Comblanchien » :**

### **- Description :**

Seuls les 5 mètres sommitaux de cette épaisse formation, qui atteint plusieurs dizaines de mètres à son plus fort développement, sont actuellement visibles. Ils s'organisent en 4 séquences de dépôt : sa, sb, sc et sd.

Les deux séquences sa et sb sont constituées de calcaires micritiques à « bird's eyes », oncolithes et montrent de nombreux stylolithes ; elles sont séparées par une surface bioturbée surmontée d'un mince lit d'argiles vertes. Les calcaires de ces séquences montrent en lames minces de nombreux foraminifères, dont *Meyendorffina bathonica* et *Orbitammina elliptica*, les morphes microsphériques et macrosphériques d'une seule et même espèce.

Les deux autres séquences, sc et sd, se caractérisent par un faciès granulaire, à texture packstone à grainstone, avec lithoclastes micritiques, bioclastes roulés et micritisés. Le faciès de la séquence sc est une pelsparite, celui de la séquence sd, une litho-pelsparite. Les calcarénites de la séquence sc s'organisent en lits obliques pentés à environ 10° qui caractérisent un corps sédimentaire migrant vers l'Ouest. Sur près d'un mètre, ce sédiment granulaire est affecté de profondes cavités dont le remplissage est une micrite argileuse à bioclastes, très nombreux fragments du sédiment environnant et lithoclastes provenant de la séquence sd sus-jacente. Les cavités verticales, à paroi régulières qui affectent le toit de cette séquence sont de plus petite taille ; elles ne dépassent pas 10 cm de hauteur et 8 mm de largeur. Elles sont remplies, soit de marnes identiques à celles des séquences sus-jacentes, soit de sparite légèrement ferrugineuse. La surface au toit de la séquence sd est par place encroûtée par des valves d'huîtres.

### **- Interprétation :**

Les séquences sa et sb sont des « paraséquences » qui présentent des faciès de milieu calme, littoral, soumis à de fréquentes émerSIONS, semblables aux faciès boueux *sensu* Purser (1975) typiques et identiques à ceux des « Calcaires de Comblanchien » de la côte dijonnaise et nuitonne, formés en milieu subtidal à supratidal. En l'absence de macrofossiles caractéristiques, la présence de *Meyendorffina bathonica* et *Orbitammina elliptica* permet d'attribuer ces séquences au Bathonien supérieur.

Par contre, les séquences sc et sd présentent des faciès de milieu subtidal à fort hydrodynamisme. Les cavités qui affectent les bancs du toit de la séquence sd semblent résulter de phénomènes de karstification. Elles sont aussi semblables à celles appelées « *subvertical tubular fenestrae* » ou « *pseudo-fenestrae* ». Même si ces figures ne constituent pas à elles-seules une preuve d'émerSION, elles sont fréquemment décrites dans des milieux supratidaux, anciens et modernes.

La surface de discontinuité au toit de la séquence sd est interprétée comme la discontinuité majeure régionale qui sépare les « Calcaires de Comblanchien » de la « Pierre de Dijon-Corton » dont les intervalles marneux sus-jacents renferment les faunes typiques de cette formation.

## **La « Pierre de Dijon-Corton » :**

### **Partie inférieure (= « Calcaire grenu inférieur » ou « Calcaires bicolores ») :**

#### **- Description :**

D'une épaisseur de 4,5 m et à dominante oolithique et bioclastique, cette unité lithostratigraphique s'organise en 5 séquences de dépôt s1 à s5. Ces séquences (paraséquences) sont séparées par des surfaces perforées (discontinuités d1c à d5c) fréquemment soulignées par un niveau de remaniement constitué de galets calcarénitiques, parfois perforés, et de fragments roulés de madréporaires de taille centimétrique à décimétrique.

- Seule la séquence s1 présente à sa base un terme inférieur légèrement argileux qui nappe la discontinuité sommitale des « Calcaires de Comblanchien ». Son terme supérieur est de nature oo-biosparitique couronné par une surface perforée.

- La séquence s2 renferme à sa base le brachiopode *Dictyothyris coarctata*. Totalement calcarénitique, oolithique et bioclastique sur 1,80 m, elle aurait une épaisseur décompactée d'environ 2,50 m. Dans ce cas, une tranche d'eau au moins de même épaisseur ou un peu supérieure aurait ainsi permis sa formation. Son sommet est surligné par une surface perforée.

- La séquence s3 renferme à sa base le brachiopode *Eudesia multicostata* et des bivalves Pholadomyes en position de vie, ouverture siphonale de la coquille tournée vers le haut. Son épaisseur en sédiments n'est que de 0,80 m et son sommet est marqué par une surface perforée.

- L'épaisseur de sédiments des séquences s4 et s5 diminue encore et leurs faciès s'appauvrissent en oolithes pour s'enrichir en bioclats et micrite. Le fin délit marneux de la base de la séquence s4 a livré des fragments de *Trichites* (couche prismatique de la coquille de grands bivalves pinnidés) et quelques échinides irréguliers du genre *Nucleolites* assez mal conservés. La base de la séquence s5 présente de nets indices de remaniement. La discontinuité qui couronne la séquence s5 est une surface profondément perforée, nettement plus marquée que celles qui terminent les bancs des séquences s1 à s4.

- Interprétation :

La présence de *Dictyothyris coarctata* et d'*Eudesia multicostata* donne un âge Bathonien terminal (Zone à Discus, Sous-zone à Discus) à cette partie inférieure de la « Pierre de Dijon-Corton » (Garcia *et al.*, 1996).

Les séquences s1 et s2 sont d'épaisseur croissante (stratocroissantes) et à faciès oo-biosparitique de milieu très proximal, alors que les séquences s3, s4 et s5 sont d'épaisseur décroissante (stratodécroissantes) et de microfaciès passant d'oo-biosparites à des biopelmicrite ; ceci traduit pour ces dernières le passage à un milieu plus distal ou à une augmentation de la tranche d'eau.

**Partie supérieure (= « Calcaires et marnes à Digonelles » ou « Calcaire grenu supérieur »)**

- Description :

Les 5,5 m supérieurs de la coupe s'organisent en 3 séquences de dépôt, s6, s7 et s8.

- La séquence s6 est composée d'une alternance de biomicrites et de marnes, puis de micrites à madréporaires agencés en petits biohermes de hauteur métrique, avec au sommet une faune variée de bryozoaires, madréporaires solitaires (*Anabacia cf. orbulites*) et coloniaux (*Thamnastrea sp.*), de mollusques bivalves (*Radulopecten vagans*, *Lopha sp.*) et une association typique de brachiopodes (*Digonella divionensis*, *Dictyothyris smithi*, *Lotharingella gremifera* et *Cererithyris nutiensis*). La séquence se termine par des bancs de calcarénites oo-bioclastiques à litages obliques, coiffés par une surface perforée qui tronque les lits obliques.

- La séquence s7, épaisse de 4 m, est entièrement calcarénitique, d'abord biopelclastique, puis oo-biosparitique. Les calcarénites sont organisées en lits obliques d'épaisseur décimétrique tantôt pentés vers l'Est, tantôt vers le Sud-Ouest. Elles ont livré une ammonite du genre *Macrocephalites sp.*. Les calcarénites sommitales sont bioturbées et perforées, à bioclastes dissous et remplis par de la kaolinite de néogène.

- La coupe se termine par 0,20 m de biomicrites bioturbées à rhynchonelles silicifiées du groupe *Burmihynchia latiscensis* et à petits biohermes de madréporaires perforés et recristallisés. Ces faciès constitueraient la base d'une nouvelle séquence de dépôt, s8, dont la suite des dépôts n'est pas observable.

- Interprétation :

L'association de brachiopodes (niveau repère) de la séquence s6 ainsi que la présence de l'ammonite *Macrocephalites* dans s7 donnent un âge Callovien inférieur à cette partie supérieure de la « Pierre de Dijon-Corton » (Garcia *et al.*, 1996).

Cet âge Callovien inférieur (Zone à *Macrocephalus*, Sous-zone à *Kamptus*), ajouté à l'abondance des madréporaires sous forme de biohermes métriques ainsi que la nature de la faune accompagnante permettrait de corréler la séquence s6 de cette coupe avec la séquence s6 de la carrière des Buis à Ladoix (Sud de la Côte d'Or, côte nuitone). En comparaison avec Ladoix, l'approfondissement du milieu marin nécessaire au dépôt de cette séquence serait plus important et d'environ 8 à 10 m.

L'épaisseur décompactée de la séquence s7 serait d'environ 5 m ; une augmentation de la tranche d'eau d'une valeur au minimum voisine aurait suffi à sa formation. Cette augmentation est du même ordre que celle supposée nécessaire au dépôt de la séquence s7 de Ladoix.

Conclusion à la coupe de Chaumont :

L'interprétation de la coupe de Chaumont en terme de stratigraphie séquentielle permet de définir des cortèges sédimentaires. Une augmentation de la tranche d'eau est mise en évidence au sommet des « Calcaires de Comblanchien » (faciès « comblachoides »). Cette tendance à l'ouverture-approfondissement du milieu marin est aussi décelée, mais de manière plus ténue, dans le Sud de la Côte d'Or (côte dijonnaise et nuitonne), dans les derniers mètres des « Calcaires de Comblanchien », sous la discontinuité majeure (notée D1) qui les sépare de la « Pierre de Dijon-Corton » et qui aurait valeur de surface de transgression (ST). Les deux séquences Sc et Sd, rattachées comme Sa et Sb au cortège de haut niveau marin relatif (prisme de haut niveau - PHN et prisme de bordure de plate-forme - PBPF) que constitue la formation des « Calcaires de Comblanchien » seraient ainsi de nature rétrogradante.

Les augmentations de la tranche d'eau qui s'effectuent à la base de chacune des séquences s1 à s5, et sans doute amorcées dès la base des séquences Sc et Sd, sont relativement faibles tout en tendant à nettement augmenter de s1 à s5 (de 2 à 5 m ?). L'augmentation majeure de la tranche d'eau s'effectue au delà de la discontinuité d5c (probablement de 10 à 15 m). Les séquences s1 à s5 constitueraient donc un cortège transgressif (CT ou intervalle transgressif). Les séquences s6 et s7 formeraient le cortège de haut niveau marin ou prisme de haut niveau marin (PHN) relatif, non stabilisé. La surface d'inondation maximale (SIM) serait à placer à la base de la séquence s6, au dessus de la discontinuité d5c. Par comparaison avec les séries de Ladoix, la surface perforée (discontinuité notée D2) au toit de la séquence s7 matérialiserait une limite de séquence (LS) au dessus de laquelle se développent les faciès rattachés à la « Pierre de Ladoix », non observables dans cette coupe de Chaumont par manque d'affleurement.

Les sédiments de la coupe de Chaumont se mettent en place dans un contexte d'élévation générale du niveau marin. Néanmoins, cette tendance à l'augmentation de la tranche d'eau, pressentie au toit des « Calcaires de Comblanchien » dans le Sud de la Côte d'Or (carrière des Buis à Ladoix), est nettement plus sensible à Chaumont où les faciès (faciès comblanchoides) acquièrent un caractère nettement plus distal. L'apparition de tels faciès correspondrait à une accélération de la vitesse d'approfondissement dans ce secteur en relation avec une position paléogéographique plus externe, sur la bordure nord orientale de la « plate-forme bourguignonne » ou « plate-forme orientale du bassin de Paris ».

Le même raisonnement peut s'appliquer pour le sommet de la partie inférieure de la « Pierre de Dijon-Corton » (= « Calcaire grenu inférieur » ou « Calcaires bicolores »). En effet, une légère tendance à l'augmentation de la tranche d'eau n'est décelée qu'à ce niveau à Ladoix, alors qu'elle est bien marquée à Chaumont.

### Choix bibliographique :

- FLOQUET M., LAURIN B., LAVILLE P., MARCHAND D., MENOT J.C., PASCAL A. & THIERRY J. (1989). - Les systèmes sédimentaires bourguignons d'âge bathonien terminal-callovien. *Bull. Centr. Rech. Explo. Prod., ELF Aquitaine*, Pau, **13** (1), 133-165.
- FLOQUET M., JAVAUX C., MENOT J.-C. & PURSER B.A. (1991a). - Sédimentation, diagenèse et séquences de dépôt dans les séries carbonatées de la plate-forme d'âge Bathonien à Oxfordien en Bourgogne. Livret-guide d'excursion Association des Sédimentologues Français, Dijon, 27-29 Juin 1991., 176 p. (inédit) et Publications Association des Sédimentologues Français, **14**, 175 p.
- FLOQUET M., JAVAUX C. & MENOT J.-C. (1991b). - Stratigraphie séquentielle sur les séries de plates-forme carbonatée d'âge Bathonien-Callovien en Bourgogne. *Études de terrain*, Total ; Dijon, 24-26 Octobre 1991. Livret-guide, 94 p. (inédit).
- GARCIA J.-P., LAURIN B. & SAMBET G. (1996). - Les associations de brachiopodes du Jurassique moyen du bassin de Paris ; une échelle biochronologique ponctuée de niveaux repères pour la contrainte des corrélations séquentielles à haute résolution. - *Bull. Soc. géol. France*, **167** (3) : 435-451.
- JAVAUX C. (1992) - La plate-forme parisienne et bourguignonne au Bathonien terminal et au Callovien. Mémoires géologiques de l'Université de Dijon, Centre des Sciences de la Terre Edit, Éditions Universitaires de Dijon, **16**, 342 p.
- KRAKENBERGER A. (1985). - Étude sédimentaire et diagénétique du Bathonien supérieur et du Callovien inférieur carbonatés de la bordure orientale du Bassin de Paris. Thèse 3<sup>ème</sup> cycle, Université de Nancy, 170 p. (inédit).
- LIGNERIS J. des & PARANT B. (1967). - Étude du passage Dogger-Callovien sur la bordure sud-est du Bassin parisien. Rapport ERAP, Direction exploration, Division IV, 28 p. (inédit).
- MAUBEUGE P.L. (1953). - Observations géologiques dans l'Est du Bassin de Paris. *Thèse Doct. Etat Univ. Nancy*, 1082 p. (inédit).
- PURSER B. (1975). - Sédimentation et diagenèse précoce des séries carbonatées du Jurassique moyen de Bourgogne. Thèse d'état, Université de Paris XI, Orsay, 450 p. (inédit).
- THIERRY J. & MENOT J.C. (1989). - Lithostratigraphie, biostratigraphie, chronostratigraphie et stratigraphie séquentielle des dépôts du Jurassique moyen et supérieur de la plate-forme bourguignonne. Journées d'études sur le terrain pour le D.U.G.W. Stratigraphische Kommission, Subkommission für Jura-Stratigraphie. 52 p. (inédit).

**Coupe de Rimaucourt.**  
**Décapage pour aménagement d'une esplanade**  
**destinée à accueillir une ZAC**  
**au Sud de la N 74 entre Rimaucourt et Andelot-Blancheville :**  
**la semelle des formations de la couche hôte.**

**Toit de la « Dalle nacrée *auct.* » ;**  
**« Oolithes ferrugineuses » ;**  
**« Marnes et calcaires fissiles »**  
**(= semelle des « Argiles de la Woëvre »).**

**Callovien inférieur *p.p.* - Callovien moyen.**

**rédaction :**  
**Jacques THIERRY & Benjamin BRIGAUD**

Localisation : décapage pour l'aménagement d'une esplanade destinée à recevoir une Z.A.C. au Sud de la RN 74 à mi distance entre Andelot-Blancheville et Rimaucourt.

(X=828,85-828,90 ; Y=1068,45-1068,95 - Carte IGN à 1/25.000ème, Andelot-Blancheville (3117 Est).

Carte géologique à 1/50.000ème : Doulaincourt (n° 301 ou XXXI-17 ; Stchépinsky, 1965).

Intérêt : affleurement permettant l'observation des relations géométriques entre les couches condensées à oolithes ferrugineuses du Callovien inférieur *p.p.*-moyen et les unités sous-incombantes du toit du « Dogger calcaire » (« Dalle nacrée ferrugineuse *auct.* ») du Callovien inférieur *p.p.*, ainsi que le base des faciès argileux surincombants ou « Marnes et calcaires fissiles » du Callovien moyen et supérieur, appartenant aux « Argiles de la Woëvre ».

Remarques et commentaires :

A l'exception des emplacements d'anciennes mines de fer et des labours au pied de la « cuesta » oxfordienne (Côte de Meuse), les faciès condensés à oolithes ferrugineuses qui reposent sur le toit du « Dogger calcaire » ne fournissent jamais de coupe naturelle pérenne en Haute-Marne. Ce sont surtout les travaux d'aménagements urbains et industriels, ponctuels et temporaires, qui permettent leur observation et les études détaillées. En conséquence, durant les trois dernières décennies, les publications sur ces formations ont été exceptionnelles (Marchand & Thierry, 1977 ; Marchand & Pascal, 1979 ; Brenier & Marchand, 1983 ; Courville *et al.*, 1996 ; Collin, 2000 ; Courville & Cronier, 2004 ; Courville *et al.*, 2004 ; Courville & Raffray, 2007).

N.B. : La publication la plus ancienne pouvant servir de référence est celle de G. Corroy (1932) mais la quasi totalité des affleurements décrits a maintenant disparu. Les attributions bio-chronostratigraphiques données dans la thèse de P.-L. Maubeuge (1955) sont sujettes à caution. Les attributions chronostratigraphiques de la carte géologique à 1/50.000ème Doulaincourt (Stchépinski, 1965) et des cartes voisines sont très discutables.

Description des unités lithologiques et interprétations biostratigraphiques :

**« Dalle nacrée ferrugineuse *auct.* » (unité 1) :**

Calcaires bioclastiques à entroques, disposés en sous-unités d'extension latérale décimétrique et d'épaisseur métrique, à litages obliques de lamines progradantes de 2 à 10 cm d'épaisseur, très pauvre en macrofossiles identifiables. Chaque sous-unité est délimitée à son sommet par une surface irrégulière à caractère ravinant (S1, S2 et S3). A l'échelle de l'affleurement, le toit de cette unité calcaire est une surface d'abrasion (S3) encroûtée d'huîtres plates et de bryozoaires ; ces huîtres et la surface d'abrasion sont perforées par places. Dans d'autres affleurements (gare de Rimaucourt) les huîtres et les perforations sont absentes ; dans ce cas le toit de cette unité est uniquement surligné par une surface d'abrasion (S3). La couleur rouille qui a donné son nom à cette « Dalle nacrée ferrugineuse » est en réalité due à une dolomitisation partielle de la périphérie des bioclastes.

Variations latérales et temporelles : à environ, 1,40 m sous la surface terminale et au plus près de la route Andelot-Blancheville - Rimaucourt, un niveau argileux épais de 5 cm a été observé. Riche en débris d'échinodermes, bivalves Pectinidés et valves de brachiopodes Rhynchonellidés, son extension latérale était limitée et il n'est plus observable actuellement.

De même par place et non observable actuellement, une intercalation peu épaisse de calcaire argileux (sous-unité 1b) a été observée à 15-20cm sous la surface. Elle s'est révélée très riche en faune : polypiers en boules souvent fragmentaires et biocorrochés, nombreux fragments de grands bivalves *Trichites*, Pectinidés et Pholadomyidés, serpules et brachiopodes *Septaliphoria*. Quelques rares ammonites très mal conservées (Perisphinctidae et Reineckeidae) ont aussi été récoltées. Quand ils existent, ces calcaires argileux reposent sur une des unités bioclastiques de la « Dalle nacrée » (par exemple l'unité 1a) par l'intermédiaire d'une surface d'abrasion faiblement perforée (S1). Cette unité calcaréo-argileuse se termine elle-même par une surface très irrégulière (S2), d'aspect carié et ferruginisé, souvent soulignée par un liseret d'argiles noires et un encroûtement plurimillimétrique de serpules.

Cette stratonomie d'unités lenticulaires bioclastiques entrecoupées d'unités calcaréo-argileuses relativement fossilifères (colonies de polypiers, lits de bivalves ou brachiopodes) est une des caractéristiques de la « Dalle nacrée » haut-marnaise (Corroy, 1932).

Interprétation paléoenvironnementale : les faciès et les faunes traduisent des conditions de milieux proximaux agités et peu profonds de plate-forme avec de fréquents passages à des conditions un peu plus distales (unité 1b). La présence de quelques céphalopodes dans 1b, mais aussi plus rarement dans 1a (grand Nautilidé du genre *Paracenoceras* et ammonite *Macrocephalites*), témoignent cependant de milieux restant relativement ouverts sur le large.

Âge : malgré les rares ammonites récoltées dont la préservation défectueuse gêne la détermination précise, l'âge de cette « Dalle nacrée » reste difficile à interpréter. La présence de Reineckeidae et de Perisphinctidae sans doute proches des genres *Proplanulites* et *Choffatia* donnent un âge assez élevé dans le Callovien inférieur, Zone à Gracilis, Sous-zone à Koenigi). Cet âge est compatible avec celui reconnu pour cette formation plus à l'Ouest - Sud-Ouest (Bologne-Marault, Courville *et al.*, 2004).

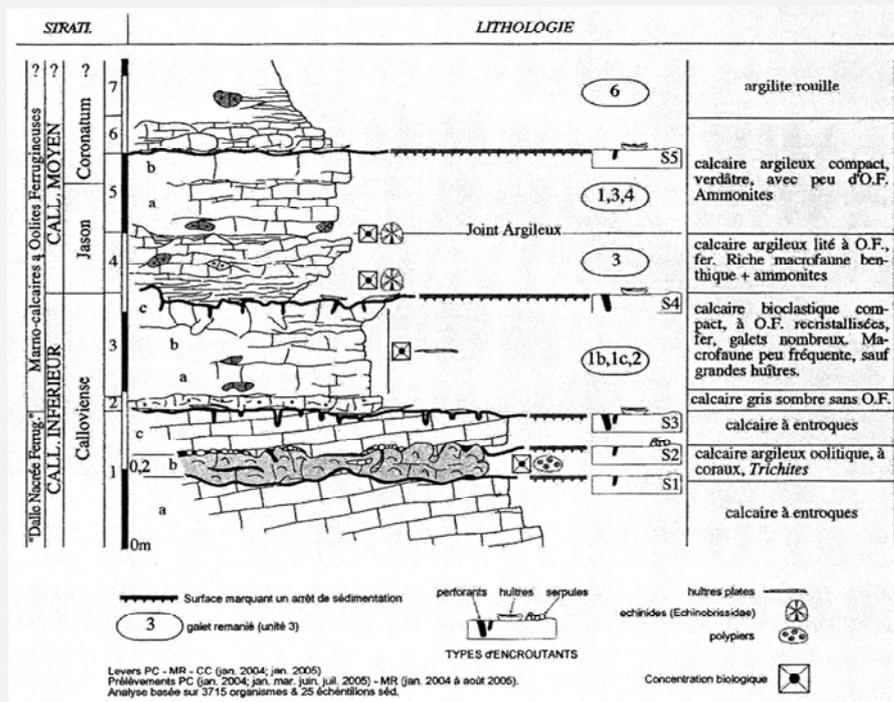
#### « Marno-calcaires à oolithes ferrugineuses auct. » :

Dans son ensemble, cette formation est peu épaisse (0,80m en moyenne), mais extrêmement complexe ; elle a été subdivisée en 5 unités dont certaines apparaissent lenticulaires à l'échelle de l'affleurement. Dans le détail, les faciès sont très diversifiés, les variations latérales d'épaisseur sont la règle, les surfaces qui limitent chaque unité soulignent des arrêts de sédimentation parfois accompagnés d'abrasion, et les phénomènes de remaniements sont relativement fréquents.

- **Unité 2** : Elle est limitée à un placage de quelques cm qui repose sur la surface supérieure de la « Dalle nacrée ». Dans d'autres affleurements proches (fondations de maison à Rimaucourt) son épaisseur peut atteindre 0,60m. C'est un calcaire gris, dur, très peu argileux avec de rares et fines oolithes ferrugineuses ; parfois, les oolithes ferrugineuses sont totalement absentes.

La faune est pauvre, réduite à quelques bivalves Pectinidés et de rares ammonites (*Macrocephalites sp.*, *Indosphinctes sp.* et *Catasigalocers enodatum*) qui indiquent le sommet du Callovien inférieur (Zone à Gracilis, Sous-zone à Enodatum).

- **Unité 3** : Calcaires faiblement argileux, très compacts, généralement développés sur 0,30m, avec oolithes ferrugineuses recristallisées, rares et dispersées ou regroupées en amas. On peut reconnaître trois sous-unités décimétriques dont la dernière (3c) est très indurée et constante sur toute l'extension de la coupe. Cette unité 3 peut néanmoins atteindre 0,60m à 1,30m dans certains secteurs du décapage, montrant alors que les sous-unités distinguées, limitées par des surfaces irrégulières d'origine difficile à définir, sont composées de lamines progradantes regroupées en corps sédimentaires d'extension décimétrique. Le sommet de l'Unité 3 est toujours tronqué par une surface d'abrasion assez plane (S4), montrant une multitude de perforations et de nombreuses huîtres plates fixées.



## La série condensée de Rimaucourt (Callovien inférieur et moyen)

### succession lithologique et attributions bio-chronostratigraphiques

(Source: Courville & Raffray, 2007)

Des éléments remaniés (« galets ») sont particulièrement nombreux ; ils correspondent à des fragments issus de 1b, 1c ou 2, mais aussi à des faciès argileux non observés en place sur la coupe. Ceci indique que des épisodes d'érosion se sont intercalés entre des épisodes de sédimentation, et qu'en certains endroits du fond marin, des unités et sous-unités reconnues sur cet affleurement peuvent être réduites ou manquer totalement dans d'autres.

L'ensemble est assez riche en macrofaune benthique : brachiopodes Rhynchonellidés, bivalves Pernidés, Pholadomyidés et Pectinidae, échinides *Hemicidaris sp.*, *Holectypus sp.*, *Pygurus sp.* et *Clypeus sp.*, et crinoïdes *Millericrinus sp.* La partie supérieure de cette unité est particulièrement riche en grandes huîtres plates, parfois disséminées dans la masse du sédiment, mais le plus souvent observées à la surface des lamines dont elles soulignent la stratification. Les ammonites sont rares et mal conservées ; dans certains cas, elles portent des traces de remaniements. L'association de quelques Perisphinctidae *Proplanulites sp.* et *Indosphinctes sp.*, Reineckeidae, Oppeliidae, Macrocephalitidae, Kosmoceratidae *Catasigalocers enodatum* indique encore le sommet du Callovien inférieur (Zone à Gracilis, Sous-zone à Enodatum). Par sa lithologie, l'unité 3 correspond aux niveaux décrits par G. Corroy (1932) dans la tranchée de la gare de Rimaucourt, mais les listes de faunes données par cet auteur sont sujettes à caution.

- **Unité 4** : Ces marnes et calcaires argileux finement laminés, assez constants dans la coupe, sont riches en petites oolithes ferrugineuses de couleur rouille ; ils sont couronnés par une « croûte » ferrugineuse résistante. Quelques éléments (« galets ») sont remaniés de l'unité 3. Un joint argileux centimétrique la sépare parfois de l'unité 5 sus-jacente.

Elle est rapportée sans ambiguïté au Callovien moyen, Zone à Jason, Sous-zone à Medea grâce à la présence de nombreux individus de l'espèce-indice, *Kosmoceras medea*, accompagnés de Perisphinctidae *Indosphinctes sp.*, d'Oppeliidae et de Macrocephalitidae, surtout à sa base. La faune benthique est particulièrement abondante dans les lits les plus argileux avec notamment des échinides irréguliers *Echinobrissus sp.*, *Pygaster sp.*, *Clypeus babeaui* et des bivalves Pholadomyidés.

- **Unité 5** : Calcaires argileux (5a ; 0,25m) avec à la base quelques éléments (« galets ») remaniés de l'unité 4. Au sommet, un banc décimétrique compact et relativement constant (5b), est couronné par une surface plane faiblement perforée (S5) incrustée de quelques grandes huîtres plates. Les oolithes ferrugineuses sont grosses et éparées.

La faune de 5a est surtout composée d'ammonites Reineckeidae, Oppeliidae, Perisphinctidae et quelques Kosmoceratidae proches de *Kosmoceras jason* et *Kosmoceras obductum* ; cette association indique encore la Zone à Jason, Sous-zone à Jason et Sous-zone à Obductum. Des Pachyceratidae du genre *Erymnoceras*, parfois tronqués par la surface terminale, sont présents dans 5b ; ils indiquent sans ambiguïté la Zone à Coronatum du Callovien moyen. L'unité 5 encadre donc la limite entre les deux zones d'ammonites admises dans le Callovien moyen.

- **Unité 6** : Elle correspond à 0,10-0,15m de calcaires argileux à débit noduleux, assez semblables à ceux de l'unité 5, mais avec de très rares oolithes ferrugineuses. La faune comprend des bivalves Pholadomyidés et Pectinidés, et des ammonites très mal préservées, apparemment remaniées de l'unité 5, *Erymnoceras sp.* et *Kosmocera aff ventricosum*. Elles indiquent certainement mais sans plus de précision la Zone à Coronatum du Callovien moyen.

#### « Marnes et calcaires fissiles » :

Au moment des travaux, vers le sommet de la coupe (unité 7), on a pu observer 0,30 à 0,50m d'argiles laminées et plastiques, de couleur brune à grise, avec quelques éléments

(« galets ») remaniés de l'unité 6, dont certains étaient des fragments d'ammonites *Erymnoceras*.

Au dessus venaient des marnes grises, bioclastiques, laminées, incluant des débris de calcaire gris dur et des petites ammonites Oppeliidae et Kosmoceratidae. Ces marnes, qui étaient aussi visibles sur 2m immédiatement au Nord de la RN 74 entre Andelot-Blancheville et Rimaucourt, en face des travaux de décapage, ont livré *Peltoceras retrospinatum*, *Collotia sp.* et *Quenstedtoceras sp.* Cette faune indique le Callovien supérieur, Zone à Athleta et Zone à Lamberti, mais la qualité des affleurements et leur dégradation rapide n'a pas permis une plus grande précision.

Ces derniers niveaux, situés entre les « Marno-calcaires à oolithes ferrugineuses » et les « Marnes à sphérites » correspondent à ceux d'âge identique décrits dans la coupe d'Humberville (Marchand & Thierry, 1977) et dans celle de Bologne-Marault où ils ont été élevés au rang de formation (Courville *et al.*, 2004).

#### « Discontinuités » sédimentaires et « continuité » biostratigraphique :

Malgré sa faible épaisseur (6m au maximum) et de nombreux arrêts de sédimentation bien individualisés (surfaces de discontinuité durcies et/ou perforées, souvent à caractère abrasif), la série condensée de Rimaucourt apparaît relativement « continue » à la précision de la zone ou de la sous-zone d'ammonites. Parfois même, ces unités biostratigraphiques sont matérialisées dans un seul banc, ou une unité lithologique bien délimitée. Même si elles existent, les lacunes de dépôt ont une durée « impalpable » à l'échelle de précision considérée.

Généralement, sur la plate-forme bourguignonne (= plate-forme orientale du bassin de Paris), la reprise de sédimentation au toit de la « Dalle nacrée » s'accompagne d'une lacune intéressant au moins une, sinon plusieurs, unités biostratigraphiques du Callovien inférieur, du Callovien moyen - supérieur et de l'Oxfordien inférieur.

A Rimaucourt, le toit de la « Dalle nacrée », souligné par la discontinuité S3, est daté de la Sous-zone à Koenigi (Zone à Gracilis), avant dernière sous-unité biostratigraphique du Callovien inférieur fondée sur les ammonites. Au dessus, les premiers dépôts des « Marno-calcaires à oolithes ferrugineuses » (unités 2 et 3) sont datés de la Sous-zone à Enodatum (Zone à Gracilis), dernière sous-unité du Callovien inférieur. La limite Callovien inférieur - Callovien moyen se place donc à hauteur de la discontinuité S4.

La Sous-zone à Medea (Zone à Jason), première sous-unité biostratigraphique du Callovien moyen, est reconnue dans l'unité lithologique 4. L'unité lithologique 5 est datée à sa base de la Sous-zone à Jason (5a), dernière sous-unité biostratigraphique de la Zone à Jason et à son sommet de la Sous-zone à Obductum (5b), première sous-unité biostratigraphique de la Zone à Coronatum. L'unité lithologique 5 encadre donc la limite entre les deux zones d'ammonites du Callovien moyen.

Au dessus (unité 6), la rareté et la conservation médiocre des ammonites, ainsi que les conditions d'affleurement défavorables, ne permettent pas de reconnaître les subdivisions de la Zone à Coronatum, dernière zone du Callovien moyen, ni celles de la Zone à Athleta et de la zone à Lamberti du Callovien supérieur. Dans l'état actuel des connaissances, la limite Callovien moyen - Callovien supérieur pourrait être placée entre l'unité 6, qui lithologiquement appartient encore aux « Marno-calcaires à oolithes ferrugineuses », et l'unité 7 qui appartient aux « Marnes et calcaires fissiles », base de la couche-hôte.

#### Contexte paléoenvironnemental :

Par rapport aux calcaires bioclastiques de la « Dalle nacrée » qui caractérisent des paléoenvironnements proximaux et de forte énergie, les faciès et les faunes des « Marno-calcaires à oolithes ferrugineuses », puis ceux des « Marnes et calcaires fissiles » soulignent

un caractère de plus en plus profond et de plus en plus distal des milieux de dépôt de la série condensée et de ce qui lui fait suite. Chaque unité ou sous-unité lithologique reconnue peut être assimilée à une ou plusieurs paraséquences déposées en contexte transgressif.

Les corps biodétritiques de l'unité 3, avec indices d'abrasion, remaniements, peuplements benthiques, dont de grandes huîtres, et rareté des ammonites, indiquent des milieux sans doute à peine plus profonds que ceux de la « Dalle nacrée » et d'énergie encore assez forte, mais peut être aussi dans un contexte de diminution de la production carbonatée.

Plus conforme à ce qui est habituellement reconnu dans les séries callovo-oxfordiennes condensées de l'Est du bassin de Paris (Collin & Courville, 2006), les environnements de dépôt deviennent plus ouverts et plus calmes, à partir des unités 4 et 5. Cette tendance s'accroît encore avec les argiles et marnes de l'unité 6, puis postérieurement avec les « Marnes et calcaires fissiles ». Ces faciès traduisent un approfondissement général dès le début du Callovien supérieur et qui, enregistré dans les « Argiles de la Woëvre », se poursuivra jusqu'au début de l'Oxfordien moyen.

### Choix bibliographique :

- BRENIER M. & MARCHAND D. (1983). – Sur la présence du genre *Cadoceras* dans le Callovien supérieur (zone à *Peltoceras athleta*) de la Haute-Marne et du Nord de la Côte d'Or. *Bull. Sci. Bourgogne*, **36** (1), 1-6.
- 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 Doctorat Univ. Dijon*, 288 p. (inédit).
- COLLIN P.-Y. & COURVILLE P. (2006) - Sedimentation and palaeogeography of the eastern Paris Basin (France) at the Middle/Late Jurassic. *Compt. Rend. Géosci, Paris*, **228**, 824-833.
- CORROY G. (1932). - Le Callovien de la bordure orientale du bassin de Paris, *Mém. carte Géol. France*, 337 p.
- COURVILLE P., MARCHAND D., BONNOT A., RAFFRAY M. & DOUBLET S. (1996). - Cadoceratinae (ammonites d'origine boréale) dans le callovien moyen et supérieur de la Haute-Marne. *Bull. Sci. Bourgogne*, **48**, 53-68.
- COURVILLE P. & CRONIER C. (2004). - Le Callovien et l'Oxfordien à Latrency - Ormoy-sur-Aube (Haute-Marne). Enregistrements sédimentaire, paléontologique et biostratigraphique. *Bull. Ass. Géologique Aubeoise*, **24-25**, 31-55.
- COURVILLE P., BONNOT A., COLLIN P.-Y., MARCHAND D. & RAFFRAY M. (2004). - Le Callovien dans l'Est du Bassin Parisien (France). La succession de Bologne-Marault (Haute-Marne) : interprétation biostratigraphique. *Bull. Scient. Bourg.*, **52** (2), 4-16.
- COURVILLE P. & RAFFRAY M. (2007) La série condensée (« Marno-calcaires à oolites ferrugineuses », Callovien, *pars.*) de Rimaucourt (Haute-Marne). Lithologie, datation, aspects paléoenvironnementaux. *Bull. Ass. Géologique Aubeoise*, **28**, 3-12.
- MARCHAND D. & THIERRY J. (1977). - Précisions sur le Callovien de la Haute-Marne (Région de Saint Blin). *Bull. Soc. Sci. nat. Archéo. Haute-Marne*, **XX-17**, 433-439.
- MARCHAND D. & PASCAL A. (1979) - Précisions stratigraphiques et sédimentologiques sur la limite Dogger-Malm en Haute-Marne (région de Latrency). *Bull. Soc. Sci. Nat. et Arch. Haute-Marne*, **21**(5), 101-112
- MAUBEUGE P.L. (1955). - Observations géologiques dans l'Est du Bassin de Paris. *Thèse Doct. Etat Univ. Nancy*, 1082 p. (inédit).
- STCHÉPINSKY V. (1965). - Notice de la carte géologique à 1/50.000<sup>ème</sup> n° 301 Doulaincourt. Bureau de Recherches Géologique et Minières (Ed.), Orléans, 8 p.

**Coupe de Saint-Blin.**

**Fossé du chemin forestier au lieu-dit « Poirier Fouliot »  
montant sur le front de cuesta,  
à l'Ouest - Nord-Ouest du village de Saint-Blin - Semilly :  
les formations de la couche hôte.**

**Toit de la « Dalle nacrée *auct.* » ; « Oolithes ferrugineuses » ;  
calcaires argileux et marnes à nodules calcaires,  
marnes et argiles, marnes et calcaires argileux  
(= « Argiles de la Woëvre ») ;  
marnes et calcaires marneux (= « Terrain à chailles » ?) ;  
calcaires argileux (= « Marnes des Épargés » ?)  
et marnes et calcaires à coraux  
(= « Marnes et calcaires à coraux de Foug » ?).**

**Callovien inférieur *p.p.* à Oxfordien moyen - supérieur ( ? ) *p.p.***

**rédaction :**

**Jacques THIERRY & Pierre PELLENARD**

Localisation : fossé du chemin d'exploitation forestière montant du lieu-dit « Poirier Fouliot » sur le front de cuesta, au Nord de la D16, au Nord - Nord-Ouest du village de Saint-Blin - Semilly.

(X=821,15-821,40 ; Y=1064,80-1064,95 - Carte IGN à 1/25.000ème, Andelot-Blancheville (3117 Est).

Carte géologique à 1/50.000ème : Doulaincourt (n° 301 ou XXXI-17 ; Stchépinsky, 1965).

Intérêt : Il s'agit d'une des rares coupes dilatées disponibles concernant l'intervalle Callovien inférieur-moyen à Oxfordien moyen-supérieur ; la nature argileuse de la série entraîne une dégradation rapide des affleurements qui sont masqués le plus souvent par une épaisse végétation gênant considérablement l'observation. Plus au Sud-Ouest sur la « plate-forme bourguignonne » (« plate-forme orientale du bassin de Paris »), l'intervalle chronostratigraphique concerné est représenté par des séries condensées à oolithes ferrugineuses. En 2000, lors de la réfection des fossés du chemin forestier, la coupe de Saint-Blin a permis d'observer en affleurement un équivalent latéral des formations de la « couche hôte » traversées par les forages ANDRA du site de Bure, situé à environ 20 km au Nord de Saint-Blin ; des comparaisons peuvent être faites, par exemple avec le forage HTM 102, l'un des plus complet et les mieux documenté.

#### Remarques et commentaires :

La série dilatée du secteur de Saint-Blin a été décrite en deux temps. Les premières données concernent la base de la série, du Callovien inférieur *p.p.* au Callovien supérieur, observées 2,5 km plus à l'Ouest, au Sud du village d'Humberville (Marchand & Thierry, 1977) ; les secondes concernent l'Oxfordien inférieur, moyen et supérieur *p.p.*, relevées dans cette coupe de Saint-Blin (Collin, 2000 ; Collin & Courville 2000 ; Pellenard, 2003).

A l'image des forages ANDRA (Thierry *et al.*, 2006), le calage biostratigraphique est très bien contraint grâce aux nombreuses faunes d'ammonites récoltées qui permettent une résolution temporelle relative avec une précision de l'ordre de la sous-zone d'ammonites ou de l'horizon faunique dans les cas les plus favorables. Ces données biostratigraphiques précises conduisent à de fines corrélations entre cette coupe et le site de Bure.

De plus, un niveau de bentonite (retombées ultra-distales de cendres volcaniques, altérées en argiles) a été localisé dans la partie sommitale de ces sédiments argileux, tant dans cette coupe que dans certains forages du site de Bure, permettant ainsi des corrélations lithostratigraphiques très précises (Pellenard *et al.*, 2003 ; Pellenard & Deconinck, 2006).

Les formations concernées et les lithologies observées intéressent le toit de la « Dalle nacrée *auct.* », les « Oolithes ferrugineuses », les « Argiles de la Woëvre » et le « Terrain à chailles », ainsi qu'une série de faciès marneux et calcaires qu'il est possible de rapprocher des formations lorraines des « Marnes blanches des Éparges », des « Marnes à coraux de Foug » et des « Calcaires à coraux de Foug » décrites à Foug près de Toul (Carpentier, 2004).

Une série très semblable (Carpentier, 2004), mais moins complète dans sa partie sommitale, a été décrite à l'Est du village d'Humberville dans la tranchée du chemin communal qui monte en direction du Bois de Berthelémont (X=826,20 ; Y=1069,60), complétée par une coupe au Sud du village de Manois, le long du chemin en bordure de la butte témoin de Barémont, au Sud de la voie ferrée (X=824,8 ; Y=1068,4 (Carte IGN à 1/25.000ème, Andelot-Blancheville (3117 Est) ; Carte géologique à 1/50.000ème : Doulaincourt (n° 301 ou XXXI-17).

N.B. : Les attributions chronostratigraphiques des cartes géologiques à 1/50.000ème Doulaincourt (Stchépinski, 1965), Chaumont (Stchépinsky, 1969) et Neufchâteau (Maubeuge, 1974,) sont très discutables.

### Description de l’affleurement :

La description qui suit est une synthèse fondée sur les données des auteurs ayant décrit cette série dilatée en affleurement (Marchand & Thierry, 1977 ; Collin, 2000 ; Collin & Courville 2000 ; Pellenard, 2003 ; Carpentier 2004). Le détail des descriptions lithologiques et sédimentologiques ainsi que les données biostratigraphiques sont portées sur les figures jointes. Seules les interprétations en termes d’évolution des environnements sédimentaires et de stratigraphie séquentielle (enregistrement des cycles d’espace disponible) sont reprises pour chaque unité lithologique établie ainsi que leur attribution aux formations lithostratigraphiques couramment reconnues dans ce secteur Est du Bassin de Paris.

#### **- Unité 1 :**

Elle repose sur des calcaires « grainstones » oolithiques et bioclastiques couronnés par une surface perforée soulignant la discontinuité majeure régionale du toit de la « **Pierre de Ladoix** » (= « Dalle nacrée ferrugineuse », *sensu* Stchépinski, 1969). Pauvres en macrofaune et par comparaison avec d’autres affleurements, ces calcaires sont datés du Callovien inférieur (Zone à Gracilis/Calloviense, Sous-zone à Michalskii/Calloviense) ; ils témoignent d’environnements de dépôt de plate-forme carbonatée interne à fort hydrodynamisme de type « shoreface ».

Au dessus de la surface de discontinuité, la reprise de sédimentation avec l’unité 1 correspond à des niveaux condensés à oolithes ferrugineuses, très riches en fossiles dont de nombreuses ammonites, de milieux sensiblement plus ouverts et plus profonds, de type « offshore » inférieur proximal. Ils sont datés du sommet du Callovien inférieur et du Callovien moyen, de la Zone à Gracilis/Calloviense, Sous-zone à Enodatum/Patina, à la Zone à Jason, Sous-zone à Medea et Zone à Coronatum, Sous-zone à Obductum.

#### **- Unité 2 :**

Les alternances calcaires/marnes de l’unité 2, de même que ceux des unités immédiatement suivantes, soulignent la poursuite d’une élévation du niveau marin relatif avec un passage à un milieu d’« offshore » inférieur distal. Elles sont d’âge Callovien supérieur, de la Zone à Athleta, Sous-zone à Collotiformis à la Zone à Lamberti, Sous-zone à Lamberti.

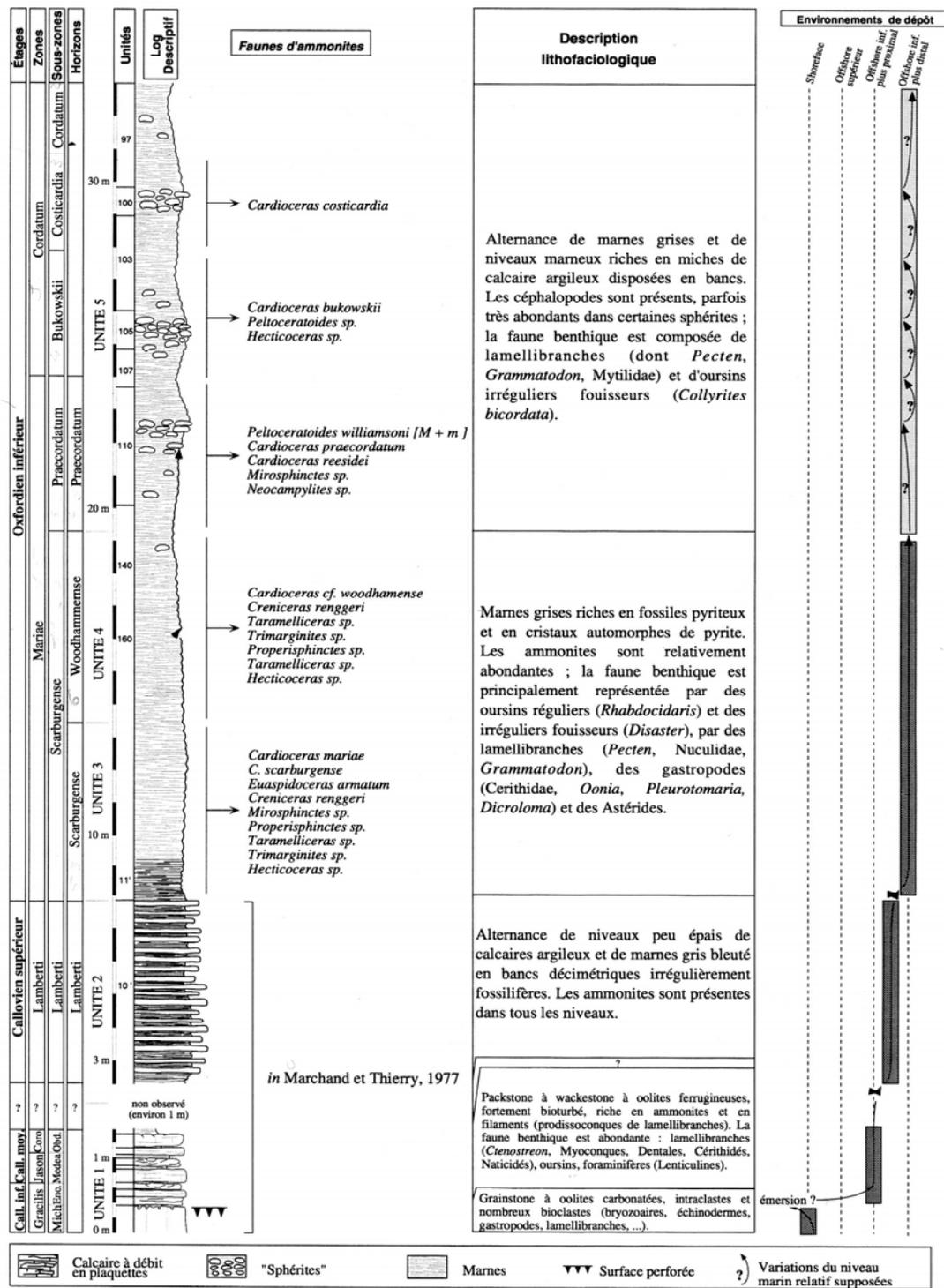
#### **- Unité 3 :**

L’épaisse série entièrement argileuse et marneuse à fossiles pyriteux de l’unité 3 souligne une mise en place dans des environnements d’« offshore » inférieur encore plus distaux. Pratiquement en continuité avec l’unité 2, ces argiles plastiques de couleur bleu-noir, excessivement riches en fossiles pyriteux, contiennent un fort pourcentage de *Cardioceratinae* (*Cardioceras cordatum*, *C. scarburgense*) typiques de l’Oxfordien basal, Zone à Mariae, Sous-zone à Scarburgense.

#### **- Unité 4 :**

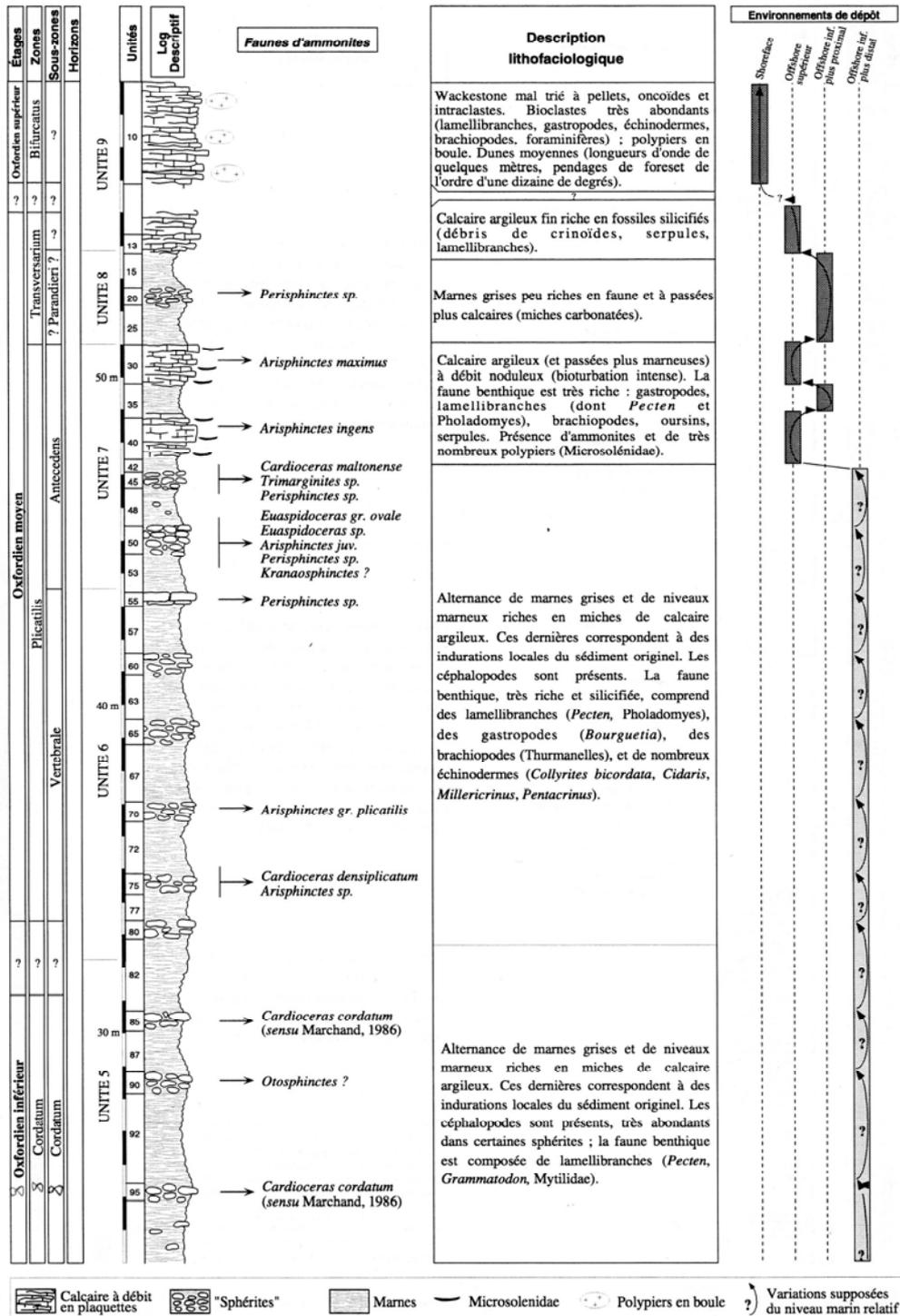
Des environnements d’« offshore » inférieur toujours très distaux caractérisent encore cette unité de marnes et d’argiles plastiques toutefois plus pauvre en fossiles pyriteux que la précédente (ammonites, bélemnites, rhynchonellides Thurmanelles et bivalves Pholadomyes). Cette unité appartient encore à l’Oxfordien inférieur, Zone à Mariae, Sous zone à Scarburgense car plusieurs bancs ont fourni quelques ammonites de petite taille (*Taramelliceras*, *Prososphinctes* et *Hecticoceratinae*) ; vers le milieu de l’unité, *Cardioceras gr. woodhamense* et *Creniceras renggeri* permettent même de caractériser très précisément l’horizon à *woodhamense* de la Zone à Mariae, Sous zone à Scarburgense.

Par analogie avec les coupes d’Humberville et de Foug, les unités 2, 3 et 4 appartiennent aux « **Argiles de la Woëvre** » ; la partie inférieure de l’unité 5, encore très argileuse avant l’apparition de bancs un peu plus carbonatés, pourrait aussi appartenir à cette dernière formation.



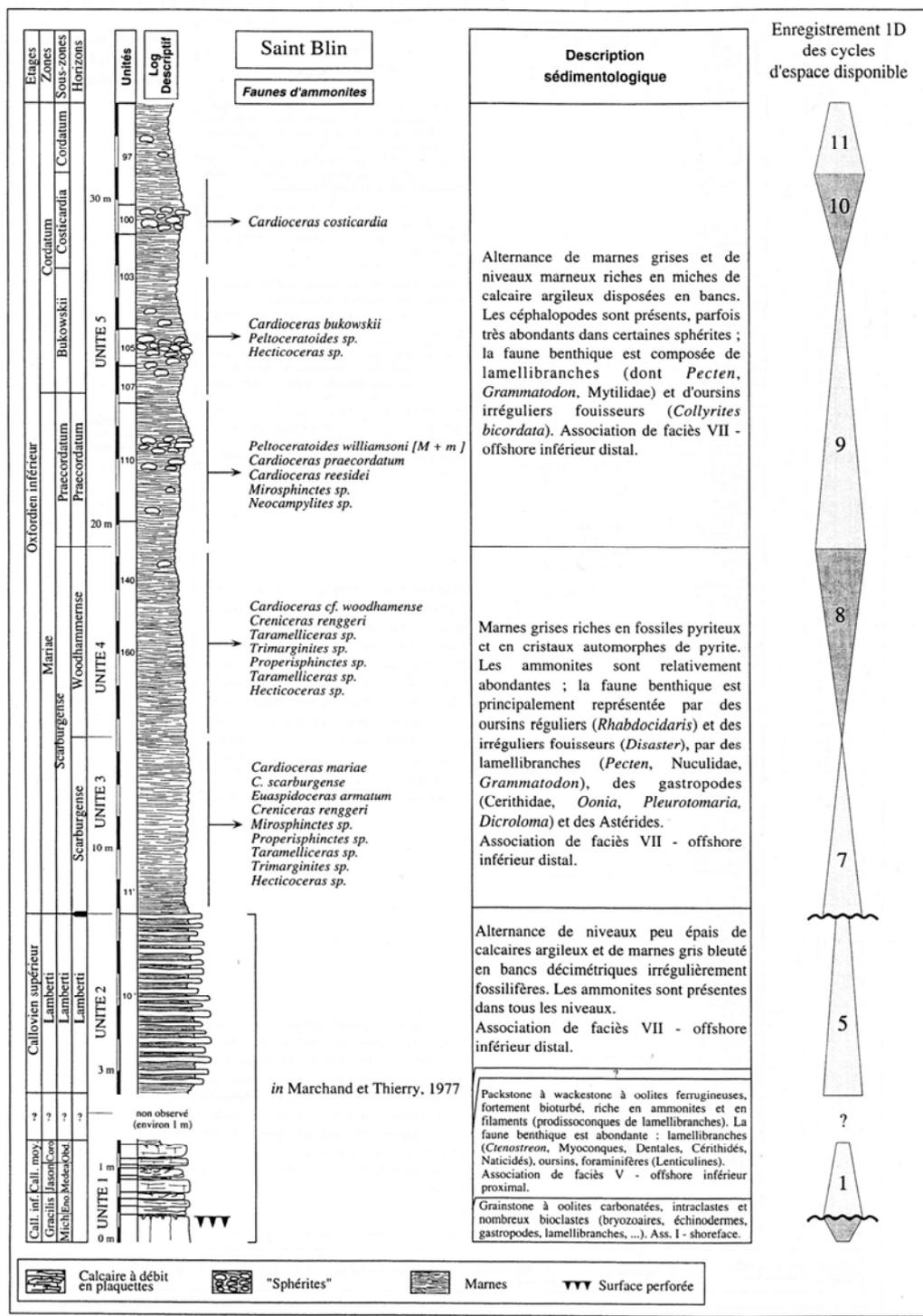
Série callovo-oxfordienne dilatée de Saint-Blin - Semilly (partie inférieure)  
 Log descriptif, biostratigraphie, description lithofaciologique  
 et évolution des environnements de dépôt.

(Source: Collin & Courville, 2000)



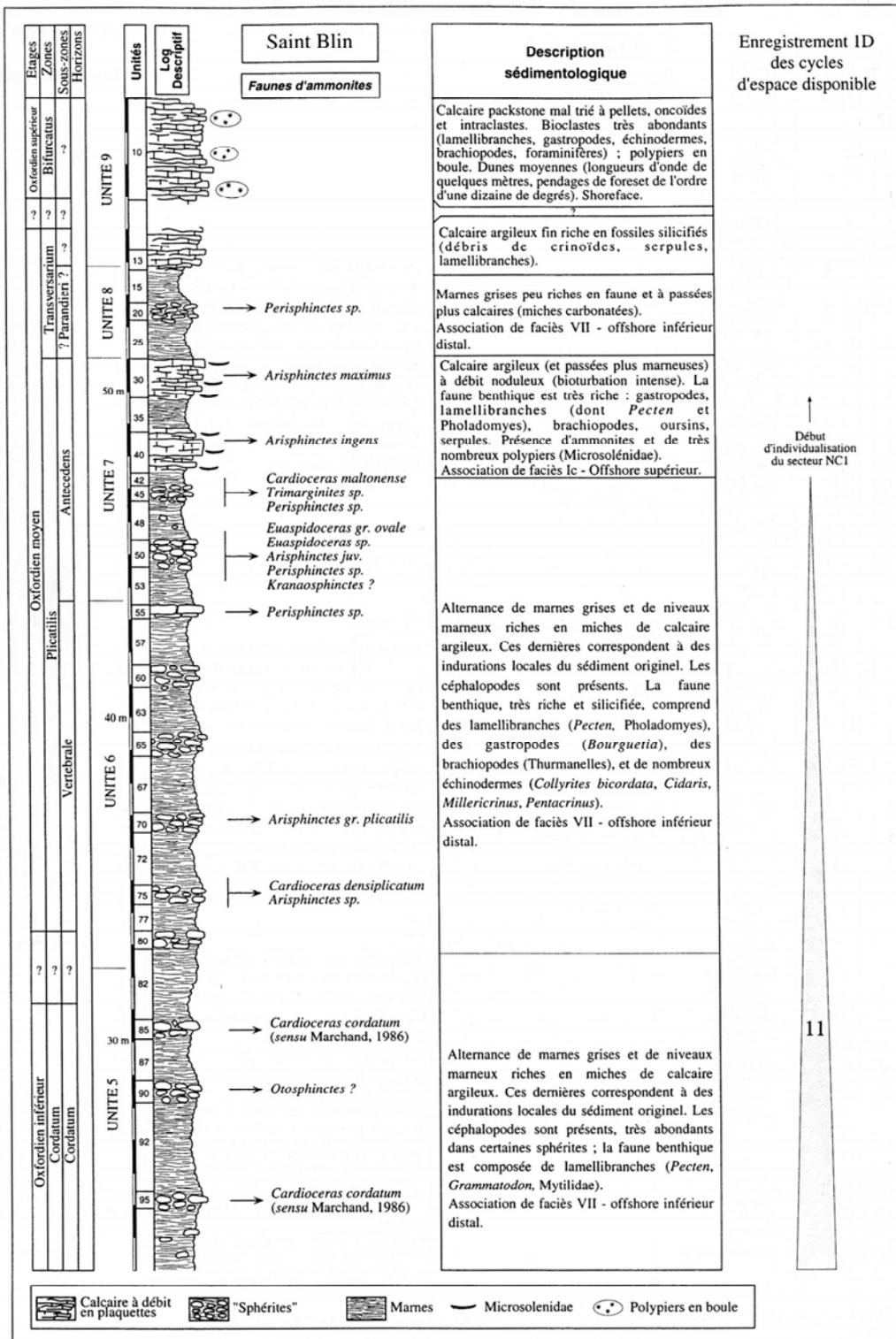
Série callovo-oxfordienne dilatée de Saint-Blin - Semilly (partie supérieure)  
Log descriptif, biostratigraphie, description lithofaciologique  
et évolution des environnements de dépôt.

(Source: Collin & Courville, 2000)



Série callovo-oxfordienne dilatée de Saint-Blin - Semilly (partie inférieure)  
Enregistrement 1D des cycles d'espace disponible.

(Source: Pellenard, 2000)



Série callovo-oxfordienne dilatée de Saint-Blin - Semilly (partie supérieure)  
Enregistrement 1D des cycles d'espace disponible.

(Source: Pellenard, 2000)

#### - Unité 5 :

L'épaisse série de plus d'une trentaine de mètres de marnes grises à miches indurées, (souvent dénommées « sphérites » *auct.*) est encore caractéristique d'un d'environnement très distal. Malgré une stratonomie et des faciès assez semblables, cette unité a été distinguée de la suivante. Son sommet (niveau 82) à été placé à hauteur d'un mince niveau pluricentimétrique (12cm) de bentonite plastique, constitué d'argile blanchâtre qui, d'après la faune d'ammonites se placerait vers la limite Oxfordien inférieur, Zone à Cordatum, Sous-zone à Cordatum - Oxfordien moyen Zone à Plicatilis, Sous-zone à Vertébrale.

Vers sa base (niveau 110), *Peltoceratoides williamsoni* et *Cardioceras praecordatum* datent l'Oxfordien inférieur, Zone à Mariae, Sous-zone à Praecordatum, horizon à *praecordatum*). Un peu plus haut (niveau 105), les petits bivalves *Grammatodon* sont très abondants, accompagnés de rares *Cardioceras bukowskii*, *Eusapidoceras douvillei* et des Perisphinctinae de la Zone à Cordatum, Sous-zone à Bukowskii. Ensuite (niveau 100) les Cardioceratinae sont de nouveau très abondants avec en particulier *Cardioceras aff costicardia* de la Zone à Cordatum, Sous-zone à Costicardia. Enfin, un ensemble assez pauvre en fossiles (niveaux 85-90-95) peut cependant être daté avec certitude de la Zone à Cordatum, Sous-zone à Cordatum, grâce à la présence de l'espèce-indice.

De nouveau par analogies lithologique et biostratigraphique avec les coupes d'Humberville et de Foug, la majeure partie de l'unité 5 pourrait être rapportée au « **Terrain à chailles** ».

#### - Unité 6 :

Au dessus de la bentonite, bien qu'un peu plus argileuse, l'unité 6 poursuit le régime de l'unité 5 sur plus d'une douzaine de mètres, avec des marnes grises alternant avec des niveaux de miches. La faune d'ammonites est dominée par les Perisphinctinae ; cette coupure faunique « quantitative » indique en général le début de l'Oxfordien moyen (base de la Zone à Plicatilis, Sous-zone à Vertébrale).

Par sa faune d'ammonites et sa place dans la succession lithologique, cette unité 6 pourrait représenter un équivalent des « **Marnes blanches des Épargés** ».

#### - Unité 7 :

Le sommet de la série, avec l'apparition de coraux lamellaires (Microsolenidae) et de niveaux plus calcaires, indique le retour à une sédimentation plus carbonatée qui traduit une baisse du niveau marin relatif. Ces madréporaires pionniers témoignent d'environnements à hydrodynamisme occasionnel et faible, dans une ambiance à intensité lumineuse réduite de type « offshore » supérieur. Cette unité est datée de la Zone à Plicatilis, Sous-zone à Antecedens par *Arisphinctes maximus* et *A. ingens*.

Par sa position dans la série et son âge, elle pourrait encore appartenir à un équivalent des « **Marnes blanches des Épargés** ».

#### - Unité 8 :

Elle marque un retour à un nouvel épisode marneux, nettement plus réduit en épaisseur que les précédents, dans un milieu de type « offshore » inférieur distal. Malgré l'absence d'espèces d'ammonites caractéristiques, la présence exclusive de Perisphinctidae pourrait indiquer la Zone à Transversarium, Sous-zone à Parandieri.

Dans cet affleurement, cette unité ne renferme pas de madréporaires, mais sa position dans la série pourrait en faire un équivalent des « **Marnes à coraux de Foug** ».

#### - Unité 9 :

La fin de la série observable fait retour à un régime de baisse du niveau marin relatif avec des environnements plus proximaux (« shoreface ») illustrés par des faciès carbonatés avec polypiers en boules, échinides réguliers et indices de fort hydrodynamisme. Ces calcaires

n'ont pas livré d'ammonites, mais, non loin de là, des calcaires fissiles à fossiles siliceux (similaires à ceux de la base de l'unité 9) et situés immédiatement sous les faciès à Polypiers, ont livré des faunes (*Dichotomoceras sp.*) du sommet de l'Oxfordien moyen, Zone à *Transversarium* et de la base de l'Oxfordien supérieur, Zone à *Bifurcatus*.

La présence des petits biohermes en boules et les données biostratigraphiques en font un équivalent des « **Calcaires à coraux de Foug** ».

#### Minéralogie des argiles et présence d'un niveau de bentonite :

Les minéraux identifiés sont la kaolinite, l'illite, des interstratifiés illite/smectite de type R1 ou de type R0 (proche de smectites) et des traces de chlorite. L'évolution des assemblages minéralogiques est marquée par un changement argileux majeur, à savoir une réduction de la proportion d'illite (de 40 à 20% en moyenne), la disparition de la kaolinite et une très nette augmentation des proportions d'interstratifiés illite/smectite (de 20% à 70% en moyenne) avec passage d'I/S R1 à des I/S R0 de bas en haut. Cette transition semble très brève ; elle se localise dans le seul horizon à *woodhammense*, Sous-zone à *Scarburgense*, Zone à *Mariae* de l'Oxfordien inférieur. Ce changement minéralogique apparaît régionalement synchrone puisqu'il est enregistré en quatre points différents, à Saint-Blin et dans trois forages de l'ANDRA, dans le même bio-horizon d'ammonites, vers la partie moyenne (unité 4) des « Argiles de la Woëvre » (Pellenard *et al.*, 1999 ; Pellenard & Deconinck, 2006).

Par rapport aux forages ANDRA, on note une absence quasi permanente de la chlorite après le changement minéralogique alors que les proportions relatives des autres espèces d'argiles sont sensiblement constantes d'un site à l'autre. Ceci pourrait suggérer une source septentrionale de la chlorite si on considère son origine comme sédimentaire. A l'exception de la chlorite, il ne semble donc pas y avoir de sédimentation préférentielle originelle d'une famille de minéraux argileux, tributaire entre autre de l'éloignement du rivage ou des conditions hydrodynamiques (Pellenard, 2003).

A partir de l'Oxfordien moyen, la sédimentation enregistre une décroissance des proportions d'I/S R0 au profit d'illite, marquant une inversion minéralogique beaucoup plus progressive. Une très nette augmentation d'illite est concomitante avec l'apparition des faciès de calcaires argileux avec polypiers lamellaires donnés comme équivalent possible du sommet des « Marnes blanches des Épargés » (unité 7) datées de la Sous-zone à *Antecedens*. Cette transition minéralogique est à mettre en relation avec la tendance à la diminution du niveau marin relatif bien marquée par l'installation des formes pionnières de polypiers lamellaires suivie de la formation de petites colonies de polypiers en boules au sein de calcaires bioclastiques au tout sommet de l'Oxfordien moyen (Zone à *Transversarium*, Sous-zone à *Parandieri*) et à la base de l'Oxfordien supérieur (Zone à *Bifurcatus*).

La teneur en quartz de la fraction inférieure à 2 microns augmente notablement à partir du changement minéralogique pour atteindre un maximum au voisinage de la limite Oxfordien inférieur/moyen, intervalle où s'intercale le niveau de bentonite. Les silicifications macroscopiques qui apparaissent dans certains bancs carbonatés semblent liées à la présence de nombreux silicisponges comme en témoigne la présence de nombreux spicules monaxones et tétraxones identifiés lors du lavage des marnes. Cet enrichissement en quartz correspond vraisemblablement à des cristaux de néoformation qui précipitent dans la porosité. Ces phénomènes diagénétiques particuliers ne seraient donc pas liés à des processus locaux qui pourraient être les témoins de l'activité de migrations préférentielles de fluides ou de fortes conditions d'instabilité minéralogique, mais plutôt les témoins d'une diagenèse précoce banale liée au milieu de dépôt et à l'abondance des silicisponges.

Le niveau de bentonite est composé pour plus de 90% par des smectites dioctaédriques proches de beidellites ferrières ; il se localise à la transition Oxfordien inférieur, Zone à

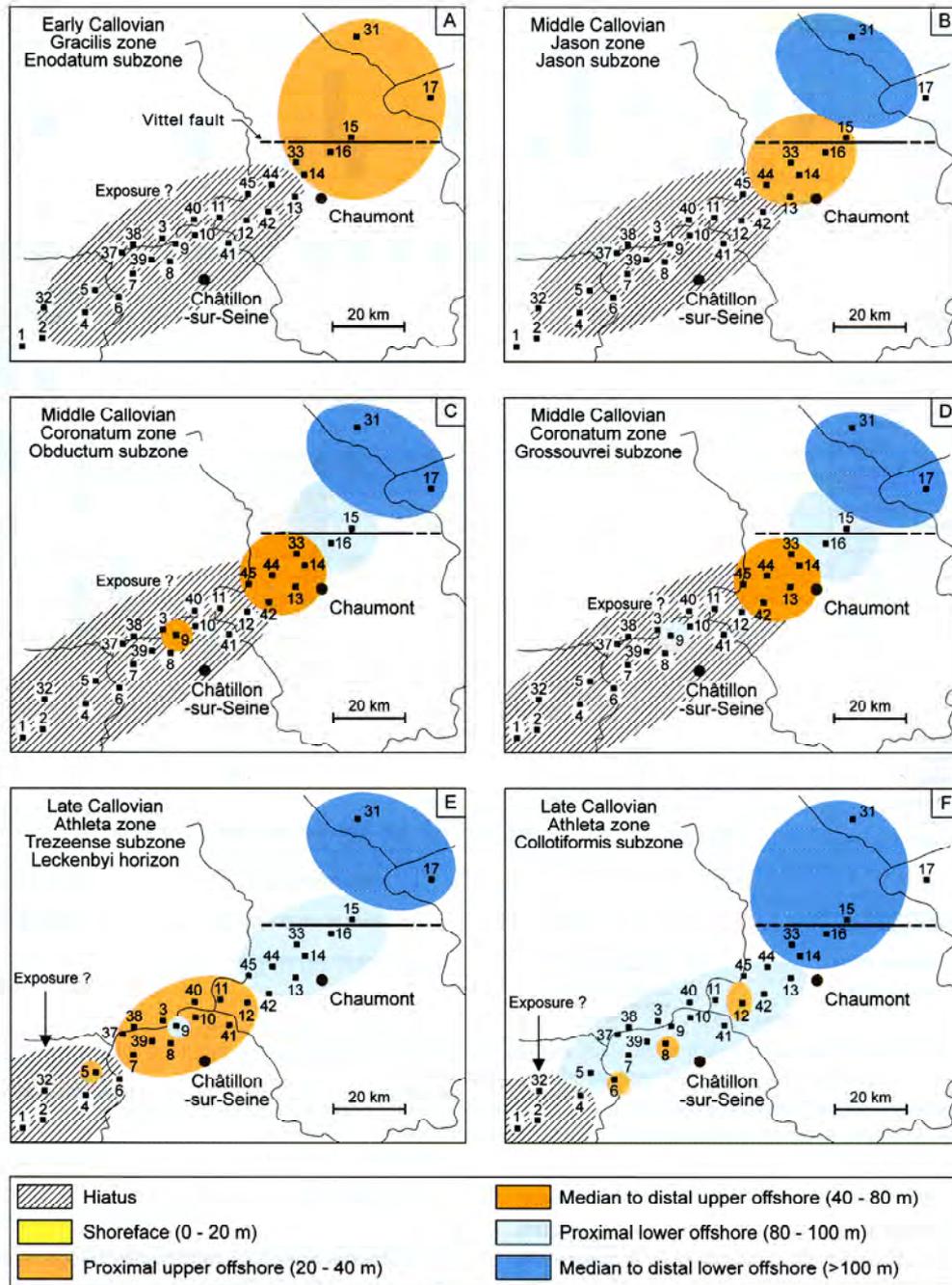
Cordatum/Oxfordien moyen, Zone à Plicatilis (transition unité 5 ; « Terrain à chailles » - unité 6 ; « Marnes des Épargnes »). Retrouvée dans plusieurs forages ANDRA (Pellenard, 2000), dans la même position lithostratigraphique et biostratigraphique, cette bentonite représente le même événement volcanique dont le dépôt instantané à l'échelle géologique peut servir de point de repère chronologique.

Par la nature même de l'événement volcanique qu'ils représentent, les niveaux de cendres volcaniques ont une vaste extension géographique. Une recherche systématique de tels niveaux de bentonites dans les séries des « Terres noires » de même âge du bassin du Sud-Est, a confirmé cette caractéristique. Plusieurs niveaux de bentonites ont été parfaitement positionnés dans ces séries argileuses méridionales (Pellenard *et al.*, 2003 ; Pellenard & Deconinck, 2006). Compte tenu de la précision des datations relatives par ammonites, elles sont comme celle du bassin de Paris comprises dans l'intervalle Oxfordien inférieur, Zone à Cordatum - Oxfordien moyen, Zone à Plicatilis.

### Choix bibliographique :

- CARPENTIER C. (2004). - Géométries et environnements de dépôt de l'Oxfordien de Lorraine. *Thèse Doctorat Univ. Nancy*, 470 p. (inédit).
- 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 Doctorat Univ. Dijon*, 288 p. (inédit).
- COLLIN P.-Y. & COURVILLE P. (2000). - Paléoenvironnements et biostratigraphie d'une série oxfordienne non condensée de référence (Saint-Blin/Semilly, Haute-Marne). *Géologie de la France*, 2000 (1), 59-63.
- MARCHAND D. & THIERRY J. (1977). - Précisions sur le Callovien de la Haute-Marne (Région de Saint-Blin). *Bull. Soc. Sci. nat. Archéo. Haute-Marne*, XX-17, 433-439.
- MAUBEUGE P.L. (1974). - Notice de la carte géologique à 1/50.000<sup>ème</sup> n° 302 ou XXXII-17 Neufchâteau. Bureau de Recherches Géologique et Minières (Ed.), Orléans, 17 p.
- PELLENARD P. (2003). - Message terrigène et influences volcaniques au Callovien-Oxfordien dans les bassins de Paris et du Sud-Est de la France, *Soc. Géol. Nord Publ.*, **31**, 362 p.
- PELLENARD P., DECONINCK J.-F., MARCHAND D., THIERRY J., FORTWENGLER D. & VIGNERON G. (1999). - Contrôle géodynamique de la sédimentation argileuse du Callovo-Oxfordien moyen dans l'Est du bassin de Paris : influence eustatique et volcanique. *C.R. Acad. Sci. Paris*, **328**, 807-813.
- PELLENARD P., DECONINCK J.F., HUFF W.D., THIERRY J., MARCHAND D. & TROUILLER A. (2003). - Characterisation and correlation of Upper Jurassic (Oxfordian) bentonite deposits of the Paris Basin and the South-Eastern Basin of France. *Sedimentology*, **50** (6), 1035-1060.
- PELLENARD P. & DECONINCK J.F. (2006). - Mineralogical variability of Callovo-Oxfordian clays from the Paris Basin and the Subalpine Basin. *C.R. Géoscience*, **338**, 854-866.
- STCHÉPINSKY V. (1965). - Notice de la carte géologique à 1/50.000<sup>ème</sup> n° 301 Doulaincourt. Bureau de Recherches Géologique et Minières (Ed.), Orléans, 8 p.
- STCHÉPINSKY V. (1969). - Notice de la carte géologique à 1/50.000<sup>ème</sup> n° 336 Chaumont. Bureau de Recherches Géologique et Minières (Ed.), Orléans, 7 p.
- THIERRY J., MARCHAND D., FORTWENGLER D., BONNOT A. & JARDAT R. (2006) - Les ammonites du Callovien-Oxfordien des sondages ANDRA dans l'Est du bassin de Paris : bio-chronostratigraphie, intérêts paléocologique et paléobiogéographique, applications paléoenvironnementales et paléogéographiques. *C. R. Géosciences*, **338**, 834-853.

**Paléogéographie d'un secteur du Sud-Est du bassin de Paris  
(entre les vallées de l'Yonne et la Meuse)  
pendant l'intervalle Callovien inférieur - Callovien moyen**



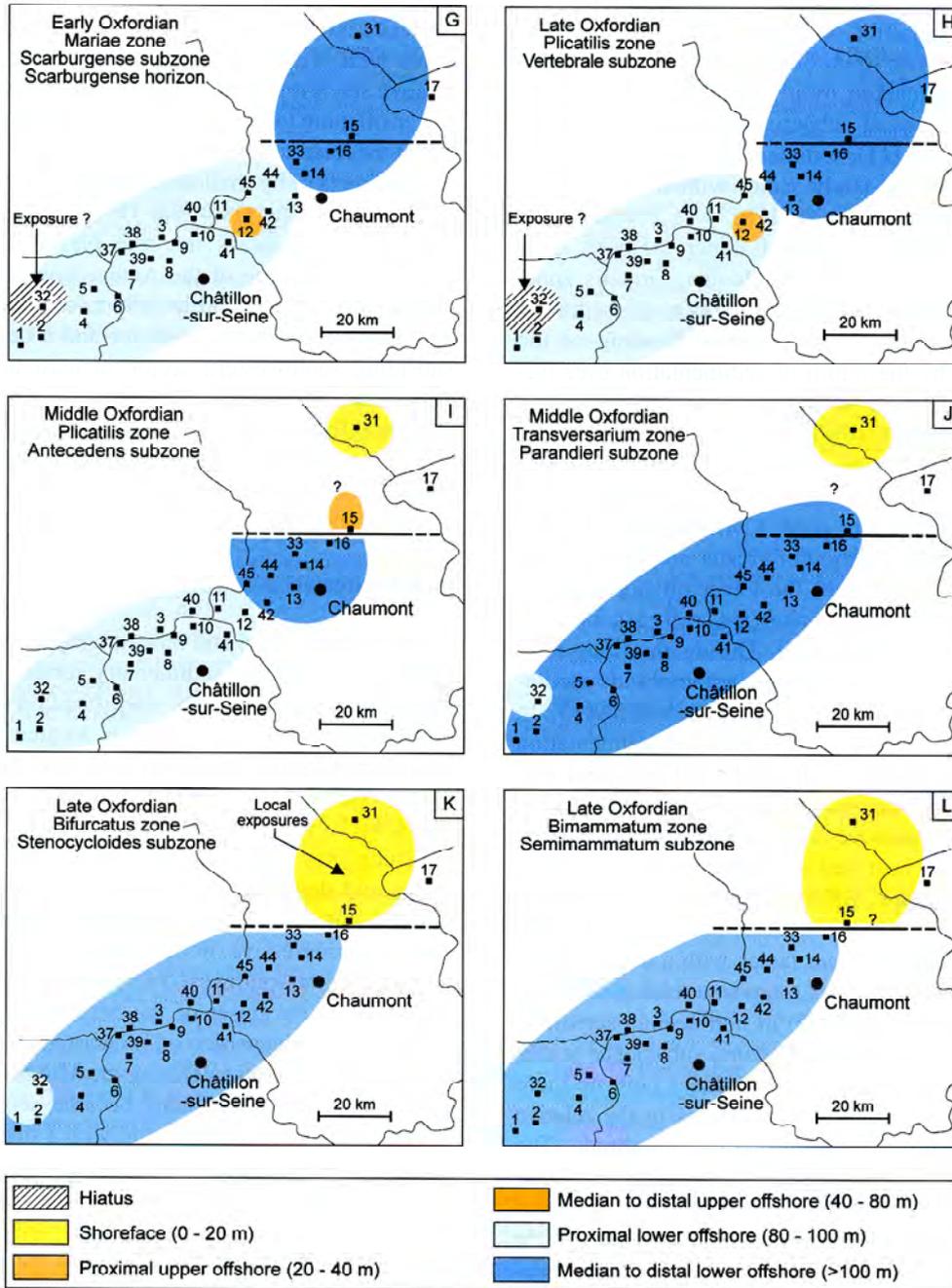
(Source : Collin & Courville, 2006)

A la fin du Callovien inférieur, après un arrêt de la sédimentation marqué par une surface perforée, sans indice d'émergence, repérée au toit les formations carbonatées de la « Dalle nacrée *auct.* », la sédimentation reprend avec le dépôt de niveaux condensés à oolithes ferrugineuses (A).

Un ennoisement progressif de la plate-forme est observé jusqu'à la fin du Callovien supérieur (B à F).

La sédimentation condensée dans le Sud-Ouest et la sédimentation marneuse épaisse au Nord-Est traduisent deux secteurs soumis à une subsidence différentielle. La transition entre ces derniers se fait au passage de l'« accident » (« faille ») de Vittel.

**Paléogéographie d'un secteur du Sud-Est du bassin de Paris  
(entre les vallées de l'Yonne et la Meuse)  
pendant l'intervalle Oxfordien inférieur - Oxfordien supérieur**



(Source : Collin & Courville, 2006)

À l'Oxfordien inférieur, à l'image du Callovien supérieur, la morphologie de la plate-forme reste identique (G, H).

À l'Oxfordien moyen, deux aires paléogéographiques dont l'évolution est différente, apparaissent de part et d'autre de l'« accident » (faille) de Vitte (I à L).

L'enneisement se poursuit alors sur le centre et la bordure sud-est de la plate-forme jusqu'à l'Oxfordien supérieur. (K,L). Dans le secteur nord-ouest, une baisse du niveau marin relatif est marquée par des dépôts moins profond. Cette baisse du niveau marin se poursuit jusqu'à l'Oxfordien supérieur.

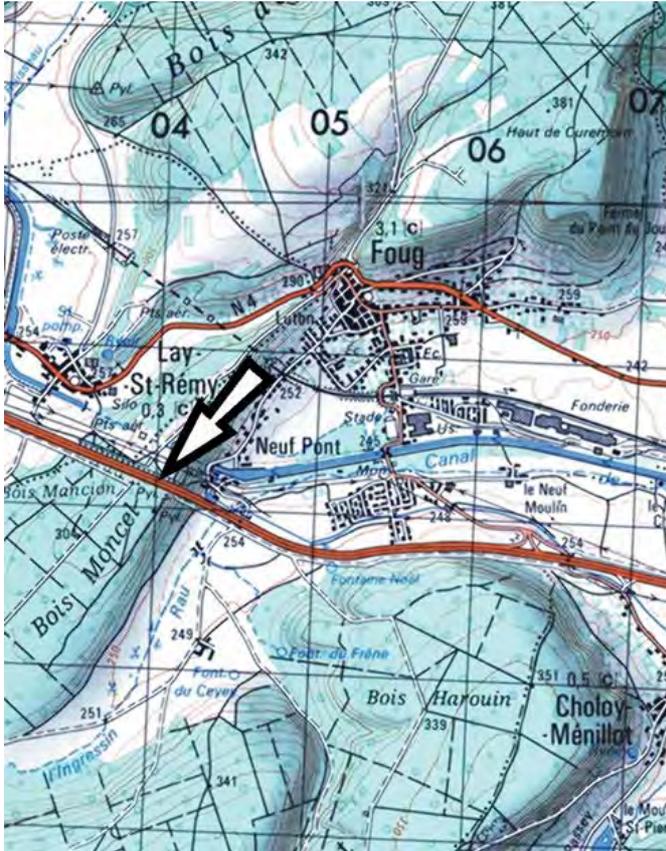
**Coupe de Foug.**  
**Tranchée routière de la RN4 entre Foug et Saint-Rémy-de-Lay,**  
**à l'Ouest de Toul (Meurthe et Moselle) :**  
**les formations du toit de la couche hôte.**

**« Terrain à chailles » ; « Marnes blanches des Épargés » ;**  
**« Marnes à coraux de Foug » ; « Calcaires à coraux de Foug » ;**  
**« Calcaires à oncolithes de Foug ».**

**Oxfordien inférieur - moyen.**

**rédaction :**  
**Cédric CARPENTIER**

## Localisation



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 à 1/50 000 ème

## 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, 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), Carpentier *et al.* (2006, 2007), Geister et Lathuilière (1991), Insalaco (1996), Insalaco *et al.* (1997), Laternser (2001), Lathuilière *et al.* (2003, 2005), Lathuilière et Gill (1995), Pellenard *et al.* (2003), Poirot (1987), Vadet *et al.* (2002), Vincent (2001), Vincent *et al.* (2006).

#### Observations :

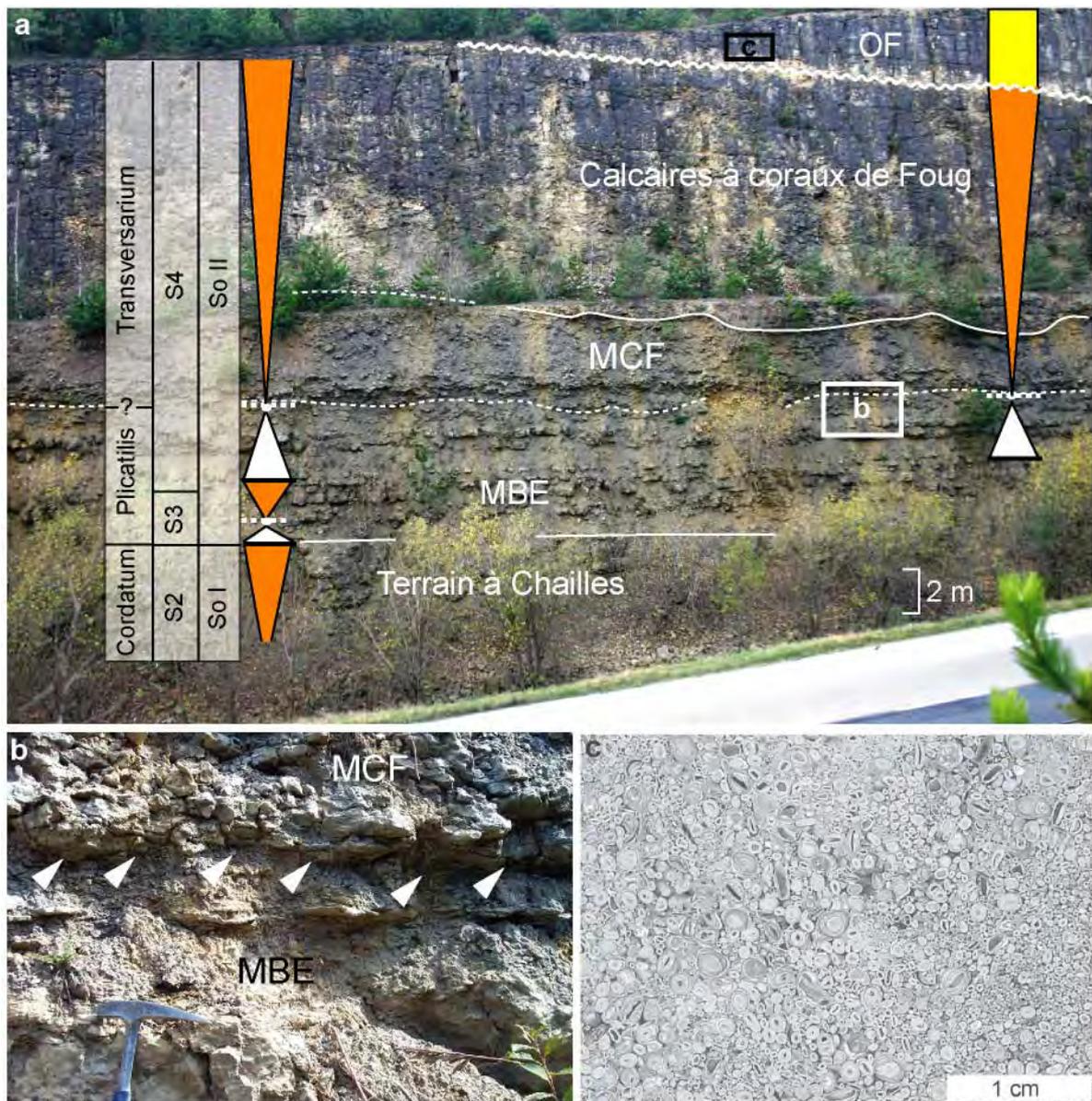
##### **- Terrain à Chailles**

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 associés 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. Les organismes benthiques sont dominés par des bivalves fouisseurs profonds (*Pholadomya protei*), des spongiaires siliceux et des brachiopodes (essentiellement des Rhynchonelles). La bioturbation est localement abondante et représentée par des terriers du genre *Thalassinoides*. La plupart des fossiles sont en position de vie. Néanmoins, les bancs carbonatés renferment localement des valves dissociées et des rides symétriques de houle (Enay et Boullier, 1981, dans l'ancienne carrière de Pagny-sur-Meuse maintenant transformées en décharge). La présence d'organismes fouisseurs profonds, d'oursins irréguliers (Poirot, 1987) et l'intense bioturbation indiquent un substrat bien oxygéné. La succession de calcaires micritiques à fossiles en position de vie et de packstones à coquilles dissociées et rides de houle suggère un environnement calme temporairement soumis à des périodes de plus fort hydrodynamisme (tempêtes). Le sommet du « Terrain à Chailles » s'est donc mis en place dans l'offshore supérieur au dessus de la limite inférieure d'action des vagues de tempête.

##### **- 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.

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, en même temps qu'apparaît l'Oolithe ferrugineuse au sommet du Terrain à Chailles. A Foug, l'équivalent latéral de cette formation existe 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.



MCF=Marnes à coraux de Foug; MBE=Marnes blanches des Eparges; OF = Oncolithe de Foug

Figure 1 : Interprétation séquentielle de la coupe de Foug (Carpentier *et al.*, 2007)

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 (Fig.1b). 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 crinoïdes 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. Aucun indice d'hydrodynamisme n'a été observé. La présence de faune pélagique et l'absence de structures sédimentaires suggèrent un environnement calme sous la limite inférieure d'action des vagues de tempêtes (offshore inférieur).

Faune de l'intervalle Terrain à Chailles-Marnes blanches des Eparges à 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*, *P. (Dichotomosphinctes) sp.*, *Cardioceras sp*, *Euaspidoceras perarmatum* caractérisent la zone à *Cordatum* et la zone à *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 patches 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 (Fig.1b).

La faune associée est diversifiée et le sédiment inter-récifal correspond à des marnes ou des calcaires micritiques à texture mudstone/wackestone. Aucune surface interne d'érosion ni aucun indice d'hydrodynamisme n'ont été observés. Les formes coralliennes sont surtout représentées par des microsolenidés lamellaires de l'espèce *Dimorpharaea koechlini* (Fig.2). L'extension latérale des bioconstructions peut atteindre 15 mètres avec une hauteur maximale de 1,5 mètre. Les coraux sont fortement bioérodés (*Trypanites* et *Entobia*) 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.*, 2005) peut s'appliquer ici. La prédominance de ces genres coralliens indique un environnement dans la zone photique inférieure et l'absence d'hydrodynamisme suggère un environnement sous la limite inférieure d'action des vagues de tempêtes. La paleobathymétrie est estimée entre -70 et -30 m en fonction de la turbidité des eaux (Lathuilière *et al.*, 2005).

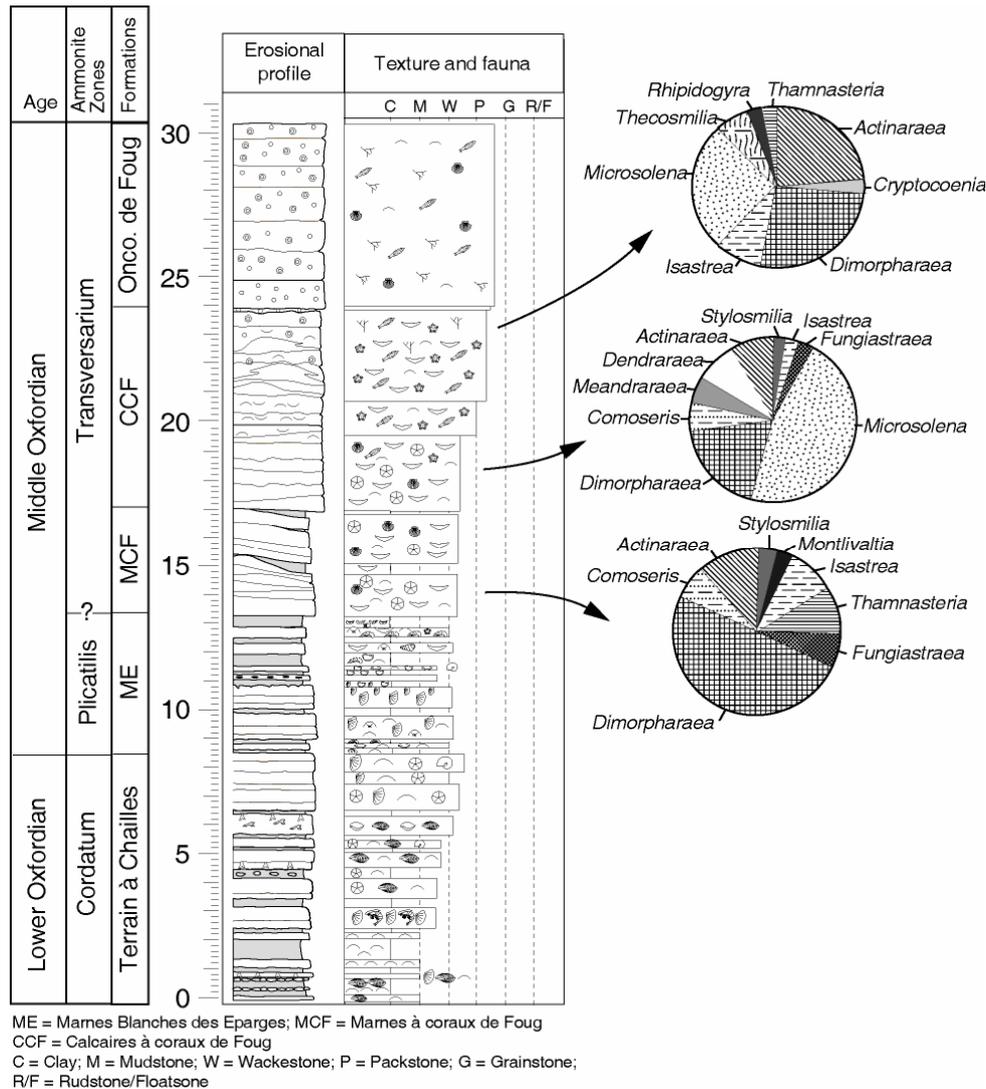


Figure 2 : Evolution des communautés coralliennes au sein de la coupe de Foug (Carpentier et al., 2007)

### Faune des marnes à coraux de Foug.

**Spongiaires** : petites éponges calcaires indéterminées

**Cnidaires** : voir figure 2

**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*, *Rolliericidaris etalloni*, *Plegiocidaris crucifera*, *Merocidaris propinquus*, *Pedina sublaevis*, *Hemipedina tuberculosa*, *Milnia angularis*, *Diplopodia versipora*, *Psephechinus perlatus*, *Hemicidaris crenularis*, *Hessotiara floescens*, *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 de la partie supérieure du complexe récifal inférieur. Les calcaires ont une couleur brune ou rosée à texture platestone à mixstone (*sensu* Insalaco, 1998). Par rapport aux « Marnes à coraux », la communauté corallienne (Fig.2). est dominée par une espèce à petits trabécules du genre *Microsolena* (Carpentier *et al.*, 2006, 2007 ; Geister et Lathuilière, 1991 ; Insalaco, 1996, Martin-Garin, 2005). Certaines bioconstructions débutant dans les « Marnes à coraux » se poursuivent jusque dans les calcaires. L'ichnofaciès *Trypanites* et les encroûtements microbiens sont communs. 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. Le matériel bioclastique provient directement du démantèlement des récifs. Localement, le sédiment inter-récifal présente des rides de houle symétriques et des surfaces d'érosion intra-constructions. Ces caractéristiques, associées à l'évolution verticale entre des calcaires wackestone et des calcaires packstone, indiquent le passage progressif d'un milieu sous la limite inférieure d'action des vagues de tempêtes à un milieu au-dessus de cette même limite. La communauté corallienne diversifiée indique un environnement bien éclairé. En accord avec le modèle proposé dans l'Oxfordien du Jura (Lathuilière *et al.* (2005), l'écozone à *Microsolena* est au dessus de l'écozone à *Dimorpharaea* à des profondeurs inférieures à 30m.

Faune des calcaires à coraux de Foug (en grande partie d'après Laternser, 2001)

**Algues/flore microbienne:** *Bacinella*, *Lithocodium*

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

**Cnidaires :** voir figure 2

**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 florigemma*, *Plegiocidaris crucifera*, *Diplopodia versipora*, *Hessotiarra 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 ensemble de moins d'un mètre de calcaires oolithiques. Rapidement, ceux ci évoluent à leur sommet vers des calcaires oncolithiques rosés bien triés (Fig.1c). Ces derniers ont une texture oscillant entre packstone et grainstone. Ils renferment des oncoïdes à nubéculaires, des agrégats et de rares ooïdes. 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 et les bioclastes sont brisés et remaniés. Des surfaces d'érosion ainsi que des niveaux granoclassés ont été observés. Des coraux isolés apparaissent localement. Les ciments précoces correspondent à des franges isopaques de calcite fibreuse. 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. La présence de coraux isolés et l'absence de réelles bioconstructions suggèrent un substrat mobile non consolidé identique à celui des « shoals » oolithiques (Hine *et al.*, 1981). Les franges isopaques de calcite fibreuse indiquent un important renouvellement des eaux porales dans un environnement marin phréatique agité (zone active). Cet environnement correspondait à un « shoal » immergé en permanence, au-dessus de la limite inférieure d'action des vagues de beau temps.

Faune de l'oncolithe de Foug.

**Coraux** (d'après 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 long terme 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 baisse de la fraction argileuse, l'apparition de bancs bioclastiques, la diversification de la faune benthique et l'épaississement des bancs carbonatés au détriment des intercalations argileuses. Le sommet du « Terrain à Chailles » marque la fin du cycle T/R SoI dont le maximum d'ennoyage se situe au sein de l'Oxfordien inférieur, dans la Zone à Mariae.

La diminution de profondeur à la fin du cycle SoI a abouti à la mise en place d'une oolithe ferrugineuse de shoreface (« Oolithe ferrugineuse de Senonville ») dans les parties plus proximales de la rampe à la fin de la Zone à Cordatum. A l'échelle régionale ces dépôts s'étendent jusque dans le secteur de Châlons-en-Champagne à l'ouest.

Les « Marnes blanches des Eparges » marquent un nouvel ennoyage avec le retour temporaire d'environnements d'« offshore inférieur ». 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 à un maximum d'ennoyage. Cette interprétation serait conforme à celle faite pour l'Oxfordien du Jura suisse (Gygi *et al.*, 1998) le maximum d'ennoyage est placé à la base des premières constructions récifales. Cependant aucun argument ne permet ici d'affirmer ou d'infirmer cette hypothèse.

Dans le détail, un cycle T/R à haute fréquence (S3) s'intercale au sein des « Marnes blanches des Eparges ». L'interprétation séquentielle est difficile à établir à partir de l'affleurement de Foug où la formation présente une épaisseur relativement réduite. En revanche les données de subsurface permettent d'affiner l'interprétation (Fig.3). La mise en place des « Marnes blanches des Eparges » est diachrone entre le nord et le sud du transect A-B (Fig.3). Sur le transect E-F l'épaisseur des dépôts du cycle S3 et des faciès argileux de la partie inférieure du cycle S4 diminue progressivement sous les Marnes à coraux de Foug depuis le sud jusque dans le secteur de Dontrien. Sur le transect C-D qui recoupe le transect E-F à Trouan, les dépôts du cycle S3 se biseautent au sommet de l'Oolithe ferrugineuse de Senonville dans le secteur de 3 Fontaines.

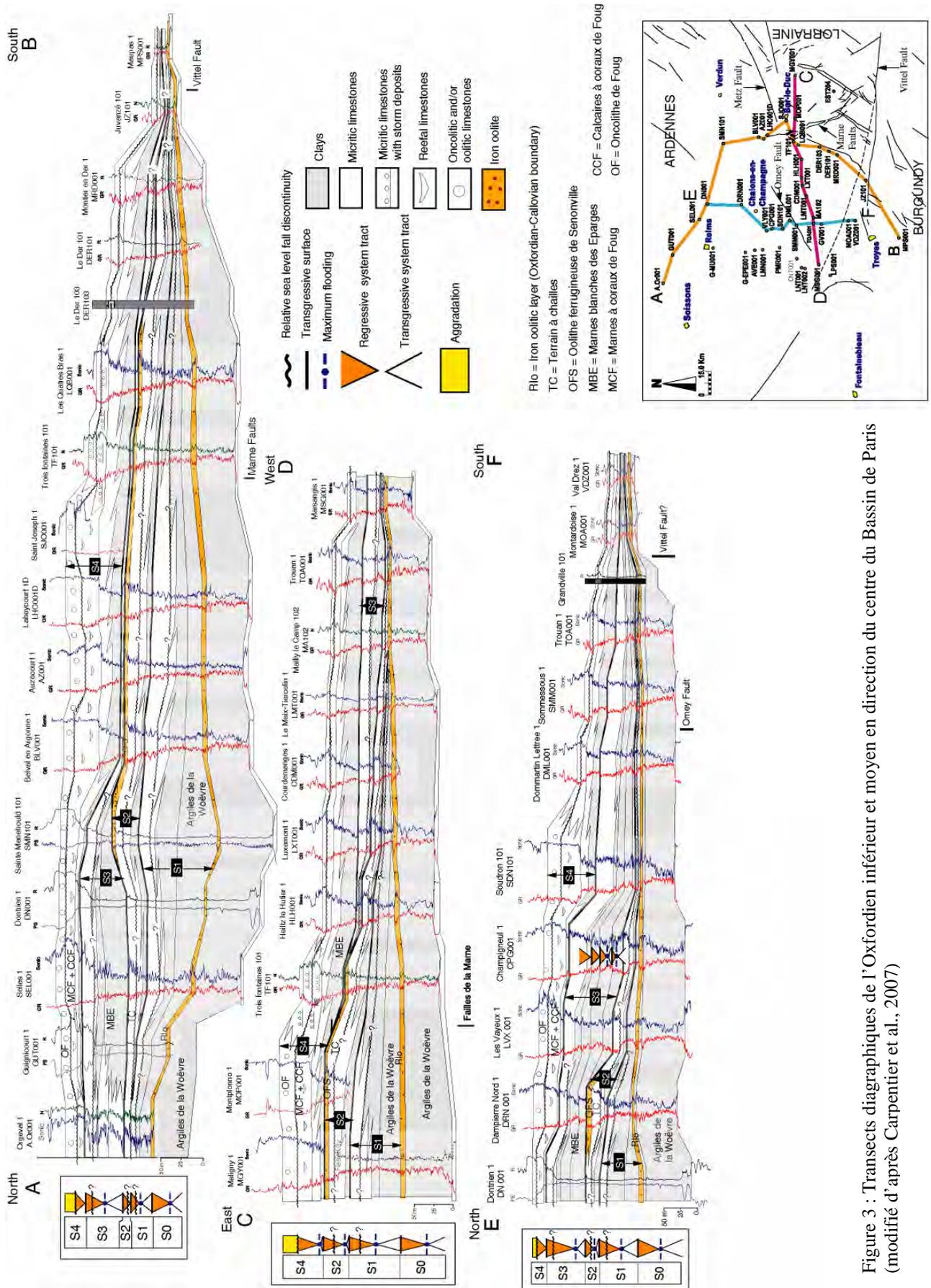


Figure 3 : Transects diagraphiques de l'Oxfordien inférieur et moyen en direction du centre du Bassin de Paris (modifié d'après Carpentier et al., 2007)

Par conséquent, les dépôts du cycle S3 qui apparaissent directement sous les marnes à coraux de Foug à Dontrien (transect A-B) se biseautent également sur l'oolithe ferrugineuse. Ainsi les dépôts du cycle S4 constituent les dépôts les plus épais dans le puits 3 Fontaines 101 et les dépôts les plus jeunes sont situés dans le sud du transect. A Foug, le cycle S4 est probablement le mieux exprimé bien que la différenciation des deux cycles S3 et S4 soit difficile. Un secteur plus subsident est donc apparu dans l'axe du synclinal du Luxembourg pendant le cycle S3 (Fig.4) et les maximums d'ennoyage à plus basse fréquence (cycle SoII) sont décalés entre le sud et le nord de la Lorraine.

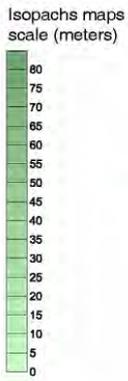
L'installation des bioconstructions coralliennes photodépendantes associées aux encroûtements stromatolithiques marque une phase de diminution de profondeur. Cette bathydécroissance se poursuit ensuite jusque dans les Calcaires à coraux. Elle est illustrée par :

- 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 de Foug » souligne une baisse rapide 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. Les « Calcaires à coraux de Foug » sont absents plus au Nord (Senonville) où une surface d'émersion apparaît directement au toit de l'oolithe ferrugineuse. Les faciès oncolithiques correspondent donc à un prisme de bordure de plate-forme contemporain d'une émersion de la plate-forme interne.

L'évolution depuis le « Terrain à Chailles » jusqu'aux « Calcaires à coraux de Foug » correspond à une séquence bathydécroissante. Elle est aussi interprétable sans contradiction en termes 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.*, 2005 ; Martin-Garin *et al.*, 2002). Le sommet de la séquence est marqué par une diminution rapide de la profondeur 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.



Facies maps:

- Clays (lower offshore)
- Marl-limestone alternations (lower offshore)
- Muddy limestones with silifications (lower to upper offshore?)
- Iron oolite (Upper offshore to shoreface?)
- Condensation and/or depositional gap
- Progradation direction

Faults:

- F.O = Omeiy fault
- F.S.M.B. = Saint-Martin de Bossenay fault
- F.D = Der fault
- F.Me = Metz fault
- F.M = Marne faults
- F.G = Gondrecourt faults
- F.V. = Vittefault

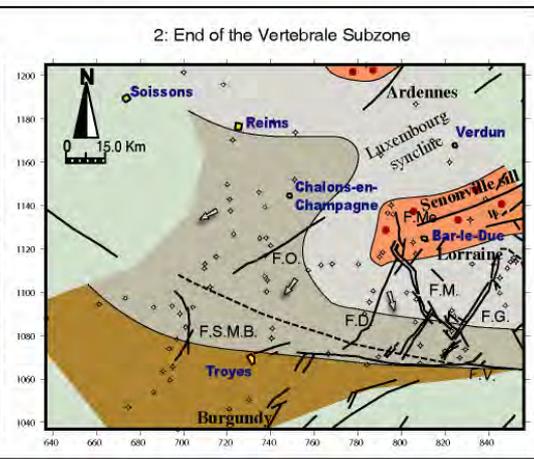
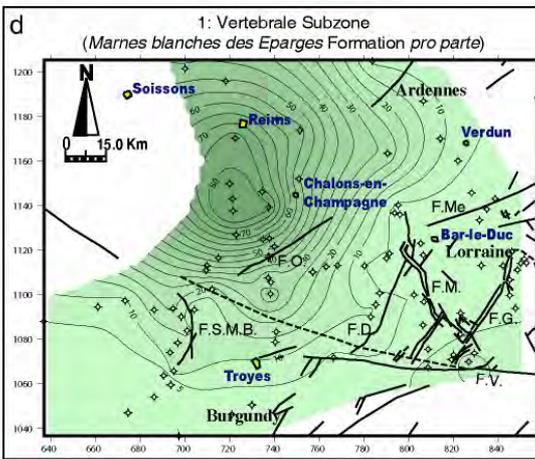
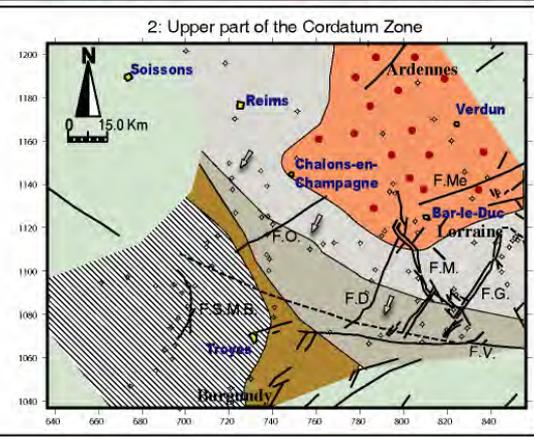
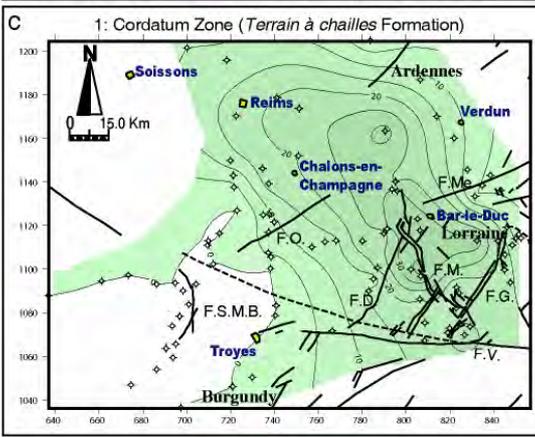
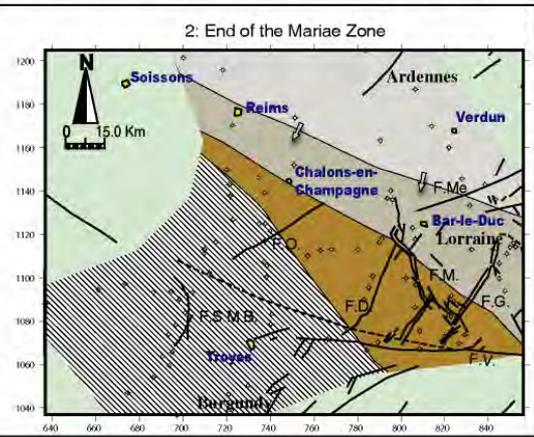
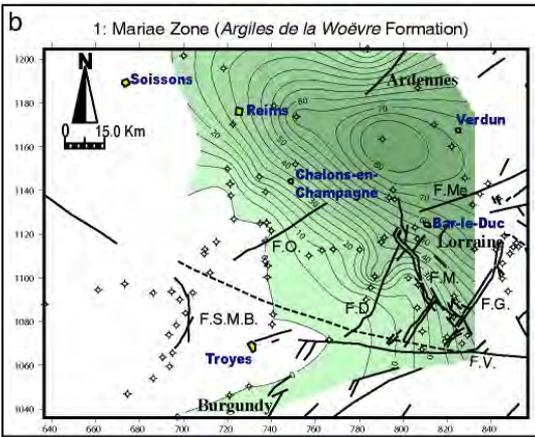
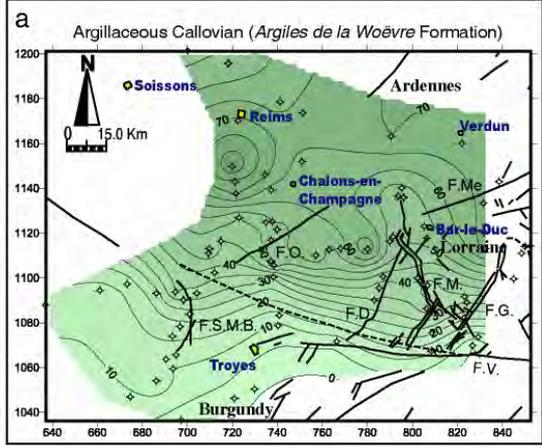


Figure 4 : Cartes d'isopaches et cartes de faciès entre le Callovien supérieur et la fin de la sous-zone à Vertebrale

(Carpentier et al., 2007)

A l'échelle régionale, la transition depuis le « Terrain à Chailles » et les « Marnes blanches des Eparges » vers les faciès coralliens marque la transition depuis un système de rampe argilo-carbonatée à vergence sud et à oolithe ferrugineuse dans la partie proximale, vers une plate-forme récifale (Fig.5).

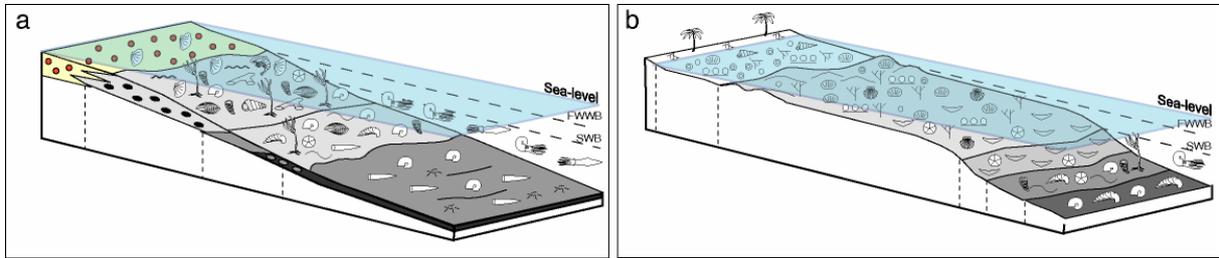


Figure 5 : Profils de dépôt de l'Oxfordien inférieur et moyen. a) Rampe argilo-carbonatée à oolithe ferrugineuse dans la partie proximale (Terrain à Chailles, Marnes blanches des Eparges, Oolithe ferrugineuse de Senonville). b) Plate-forme récifale (Marnes et Calcaires à coraux de Foug, Oncolithe de Foug)

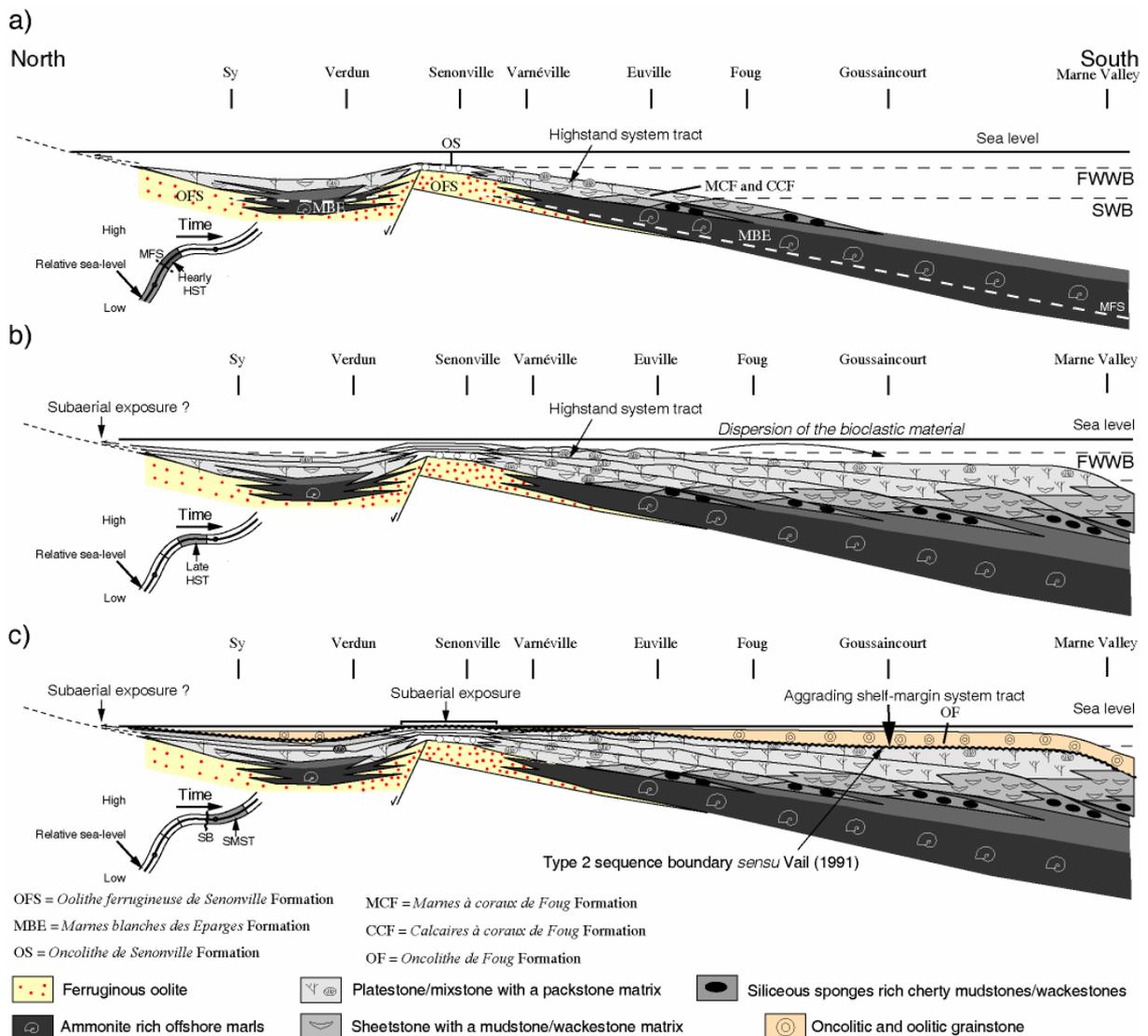


Figure 6 : Evolution du profil de dépôts au début de l'Oxfordien moyen montrant la transition depuis un système de rampe vers une système de plate-forme au cours d'un highstand (Carpentier et al., 2007).

Cette évolution environnementale s'est effectuée grâce à la transition au sein de la zone photique des parties internes de la plate-forme pendant une période de haut niveau marin (Fig.6). Cette transition a permis la colonisation des organismes pionniers phototrophes (*Dimorpharea*). Par la suite, la forte production bioclastique lors du passage au sein de l'« offshore supérieur » a été partiellement exportée dans les parties externes de la rampe, permettant ainsi une modification du profil de dépôt et la mise en place d'une géométrie de type plate-forme.

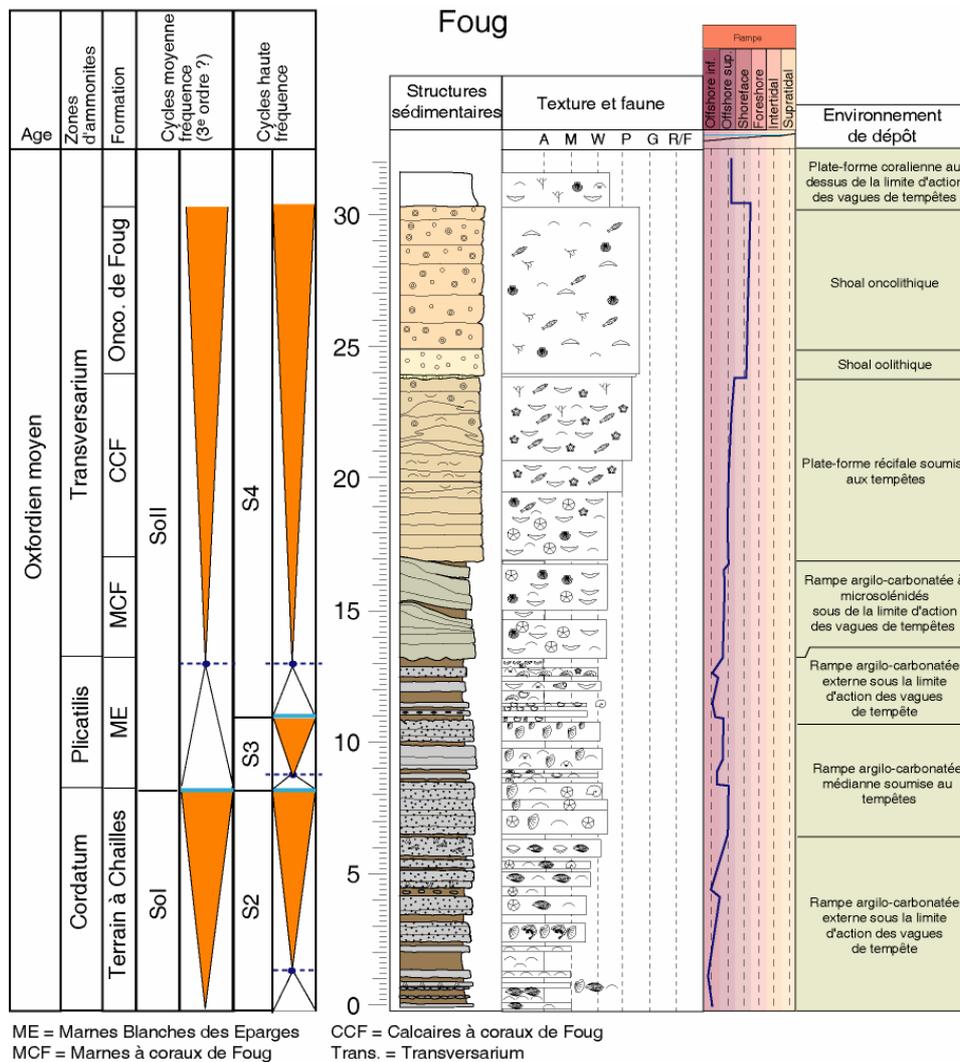


Fig. 7 La coupe de Foug et son interprétation séquentielle.

### Évaluation des paléotempératures à l'Oxfordien inférieur-Kimméridgien inférieur (rédaction Benjamin Brigaud) :

Les bivalves, et plus particulièrement les huîtres, précipitent leur coquille en équilibre isotopique avec l'oxygène de l'eau de mer. Ces coquilles composées de calcite faiblement magnésienne sont donc susceptibles d'enregistrer la température océanique dans laquelle vivaient ces mollusques. L'étude sédimentologique des coupes de Foug, de Pagny-sur-Meuse et de Gudmont révèle l'abondance des huîtres dont certains spécimens atteignent plusieurs décimètres. Une récolte systématique des coquilles d'huîtres a été réalisée sur ces affleurements représentant l'intervalle Oxfordien inférieur-Kimméridgien inférieur (environ 6Ma) dans le but de reconstituer l'évolution des températures océaniques.

Les parties des coquilles non altérées par les effets diagénétiques ont été échantillonnées et analysées en spectrométrie de masse ( $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ ) afin de retracer leurs variations potentielles. Les températures déduites de l'isotope de l'oxygène mesurées sur les huîtres de Foug montrent un réchauffement d'environ 3°C entre l'Oxfordien inférieur (Zone à Cordatum) et moyen (Zone à Plicatilis) concomitant avec la reprise de la production carbonatée. Un réchauffement de la température océanique associé à la diminution de la tranche d'eau semble donc favorable à la reprise de la production carbonatée dans l'Est du Bassin de Paris à l'Oxfordien inférieur/moyen. Une série d'analyses sur une huître provenant de Foug révèle même des variations sinusoïdales de température apparentées à des variations saisonnières d'environ 4°C à une profondeur inférieure à 50m. L'abondance des bivalves dans l'affleurement de Foug permet donc d'appréhender les températures océaniques et leurs potentielles variations saisonnières et à plus long terme.

## Références :

- 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*. DEA, Université Nancy 1, Nancy, 49 pp.
- Carpentier, C., Lathuilière, B., Ferry, S. and Sausse, J.** (2007). Sequence stratigraphy and tectonosedimentary history of the Upper Jurassic of the Eastern Paris Basin (Lower and Middle Oxfordian, Northeastern France). *Sedimentary Geology*, **197**: 235-266.
- Carpentier, C., Martin-Garin, B., Lathuilière, B. and Ferry, S.** (2006). Correlation of reefal Oxfordian episodes and climatic implications in the eastern Paris Basin (France). *Terra Nova*, **18**: 191-201.
- Cecca, F., Martin-Garin, B., Marchand, D., Lathuilière, B. and Bartolini, A.** (2005). Paleoclimatic control of biogeographic and sedimentary events in Tethyan end peri-Tethyan areas during the Oxfordian (Late Jurassic). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **222**: 10-32.
- 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 de Doctorat, Université de Bourgogne, Dijon, 282 pp.
- Geister, J. and Lathuilière, B.** (1991). Jurassic Coral Reefs of the northeastern Paris Basin (Luxembourg and Lorraine). In: *International Symposium on Fossil Cnidaria including Archaeocyatha and Porifera, excursion guidebook* (Ed I.A.f.t.S.o.F.C.a. Porifera), pp. 1-112, Münster.
- Gygi, R.A., Coe, A. and Vail, P.R.** (1998). Sequence stratigraphy of the oxfordian and kimmeridgian stages (Late Jurassic) in northern Switzerland. In: *Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins* (Eds P.C. De Graciansky, J. Hardenbol, T. Jacquin and P.R. Vail), SEPM Special Publication, **60**, 527-544
- Hine, A.C., Wilber, R.J. and Neumann, A.C.** (1981). Carbonate sand bodies along contrasting shallow bank margins facing open seaways in Northern Bahamas. *The American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 261-290.
- Insalaco, E.** (1996). Upper Jurassic microsolenid biostromes of northern and central Europe : facies and depositional environment. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **121**: 169-194.
- Insalaco, E., Hallam, A. and Rosen, B.** (1997). Oxfordian (Upper Jurassic) coral reefs in Western Europe: reef types and conceptual depositional model. *Sedimentology*, **44**: 707-734.
- Laternser, R.** (2001). *Oberjurassische Korallenriffe von Nordostfrankreich (Lothringen) und Südwestdeutschland*. Thèse de Doctorat, Université de Stuttgart, Stuttgart, 235 pp.
- Lathuilière, B. and Gill, G.A.** (1995). Some new suggestions on functional morphology in pennular corals. *Publications du Service géologique du Luxembourg*, **29**: 259-264.
- Lathuilière, B., Gaillard, C., Habrant, N., Bodeur, Y., Boullier, A., Enay, R., Hanzo, M., Marchand, D., Thierry, J. and Werner, W.** (2005). Coral zonation of an Oxfordian reef tract in the northern French Jura. *Facies*, **50**: 545-559.
- Martin-Garin, B.** (2005). *Climatic control of oxfordian coral reef distribution in the Tethys Ocean*. PhD, Berne - Nancy, 263 pp.
- Martin-Garin, B., Lathuilière, B. and Geister, J.** (2002). Récifs, coraux et climats oxfordiens de la Téthys. In: *Strati 2002 - 3e Congrès français de Stratigraphie* (Eds C. Gaillard and P. Hantzpergue), Docum. Lab. géol. Lyon, **156**, 154-155
- Pellenard, P., Deconinck, J.F., Huff, W.D., Thierry, J., Marchand, D., Fortwengler, D. and Trouiller, A.** (2003). Characterization and correlation of Upper Jurassic (Oxfordian) bentonite deposits in the Paris Basin and the Subalpine Basin, France. *Sedimentology*, **50**: 1035-1060.

- Poirot, E.** (1987). *Le Terrain à chailles (Oxfordien inf. et moyen) du Toulous (Lorraine)*. DES, Université Nancy 1, Nancy, 121 pp.
- Vadet, A., Pannier, P. and Marignac, C.** (2002). Les oursins de l'Oxfordien de Foug. In: *Mémoires de la Société Académique du Boulonnais, Série Histoire Naturelle*, pp. 44. Société d'Histoire Naturelle du Boulonnais, Boulogne sur mer.
- Vincent, B.** (2001). *Sédimentologie et géochimie de la diagenèse des carbonates. Application au Malm de la bordure Est du Bassin de Paris*. Thèse de Doctorat, Université de Bourgogne, Dijon, 308 pp.
- Vincent, B., Rambeau, C., Emmanuel, L. and Loreau, J.-P.** (2006). Sedimentology and trace element geochemistry of shallow-marine carbonates: an approach to paleoenvironmental analysis along the Pagny-sur-Meuse section (Upper Jurassic, France). *Facies*, **52**: 69-84.



*Le site de Bure au début des années 2000*