

## LA LIMITE SANTONNIEN-CAMPANIEN DANS LES CRAIES DE CHERISY (EURE-ET-LOIR) : MACROFAUNES ET FORAMINIFÈRES MARQUEURS, CORRÉLATIONS DANS LE BASSIN ANGLO-PARISIEN

*The Santonian-Campanian boundary in the chalks of Cherisy (Eure-et-Loir): macrofaunas and foraminifera markers, correlations in the Anglo-Paris basin*

Francis ROBASZYNSKI

57, rue Desmortiers, 17100 Saintes, France et Faculté Polytechnique de Mons, Belgique  
francis.robaszynski@outlook.fr

Daniel DELUGEARD<sup>1</sup>

Bertrand MATRION

1 ter rue du Pont, 10450 Bréviandes et Université de Bourgogne-Franche-Comté, UMR CNRS 6282 Biogéosciences, Bd Gabriel 6, 21000 Dijon  
b.matrion@sfr.fr

1. Décédé le 27 mai 2016

### Résumé

La carrière de Cherisy, en Eure-et-Loir, exposait des craies blanches à silex sur une épaisseur de 35 m. Dans les années 1990, une macrofaune diversifiée en a été extraite (D.D.) et a révélé la présence d'un grand nombre d'espèces repères de la limite Santonien-Campanien en domaine boréal avec *Micraster coranguinum*, *Uintacrinus socialis*, *Marsupites testudinarius*, *Offaster pillula*, *Goniot euthis cf. granulataquadrata*, espèces qui sont ici figurées. Un échantillonnage réalisé lors du levé lithologique a livré de nombreux foraminifères benthiques dont des marqueurs parmi les Stensioéines, les Gavelinelles et les Bolivinoïdes qui ont pu être calibrés avec les macrofaunes caractéristiques. Les aspects macro-et micropaléontologiques de la limite Santonien-Campanien sont présentés, figurés et discutés avec un développement pour le crinoïde *Marsupites*. Une corrélation est proposée avec les craies des falaises de Seaford Head, Sussex (U.K.).

### Abstract

The Cherisy quarry (Eure-et-Loir) exposed 35 m of white chalks with flints. In the 1990' numerous macrofossils were collected (D.D.) from which a lot of markers of the Santonian-Campanian boundary as *Micraster coranguinum*, *Uintacrinus socialis*, *Marsupites testudinarius*, *Offaster pillula*, *Goniot euthis cf. granulataquadrata*, species here illustrated. A sampling for micropaleontological purposes gave numerous benthic foraminifera from which markers in the genera *Stensioeina*, *Gavelinella* and *Bolivinoïdes* that could be calibrated with macrofaunas. Macro-and micropaleontological aspects are presented and discussed with a focus on *Marsupites*. A correlation is proposed with the chalk cliffs at Seaford Head, Sussex (U.K.).

## PRÉAMBULE

Pourquoi s'être autant intéressé à la craie de la carrière de Cherisy ? C'est que, là – au moins jusque vers les années 2010 - on pouvait voir, toucher sur plusieurs fronts, détailler et fouiller la limite entre deux des étages du « Sénonien » de d'Orbigny (1842) : le Santonien et le Campanien, définis ultérieurement par Coquand (1857). Un Santonien qui, au-dessus des zones à *Micrasters*, se termine par la zone à *Marsupites*, un crinoïde très particulier dont l'extinction marque la fin de l'étage, et un Campanien inauguré par les zones à *Bélemnites* avec l'émergence de *Goniot euthis granulataquadrata*. Ponctuellement, le bon marqueur qu'est le crinoïde *Marsupites* est connu ailleurs, dans la vallée de l'Eure, en Normandie, dans les falaises de la vallée de la Seine et dans celles du Pays de Caux, mais les affleurements y sont toujours ou réduits ou difficiles d'accès. Ce qui n'est d'ailleurs pas le cas sur l'autre rive de la Manche, où les falaises anglaises livrent des coupes bien exposées et continues. Et c'est cet état de fait

qui avait attiré le jeune Barrois, doctorant de Jules Gosselet à l'Université de Lille au début du XX<sup>e</sup> siècle sur le sujet de « La craie d'Angleterre », sans compter ensuite les nombreux géologues britanniques qui en ont exécuté une biostratigraphie extrêmement précise qui nous servira ici de base.

Des concours de circonstance heureux ont fait en sorte qu'il a été possible dans les années 1995-2000 d'effectuer des récoltes de macrofaunes, puis des levés lithologiques et des prélèvements pour analyses micropaléontologiques, l'ensemble formant le socle de la présente contribution. À partir de là, on exposera les caractères de la limite Santonien-Campanien, si rarement accessible dans l'ouest du bassin de Paris.

Aussi, avons-nous pensé qu'il serait utile, à destination de nos collègues géologues français, tant « amateurs » que « professionnels », de voir comment des récoltes effectuées par un « amateur » qui y a consacré son temps sans compter (Daniel Delugeard, 2016<sup>+</sup>) peuvent apporter des précisions

sur le cadre stratigraphique du Crétacé supérieur de l'Ouest européen.

°À propos de la graphie de « Cherisy » : « selon le Code Officiel Géographique de l'INSEE, la commune s'écrit Cherisy » (wikipedia, 2022). Toutefois la municipalité semble généraliser aujourd'hui l'écriture Chérisy, avec un accent aigu. Notre étude ayant commencé dans les années 1994 quand la graphie ne comportait pas d'accent nous avons poursuivi dans ce sens.

## INTRODUCTION

L'origine de ce travail vient d'une rencontre en 1994 entre les deux premiers auteurs (F.R. et D.D.). Elle fut catalysée antérieurement, vers 1993, par un échange de vues à bâtons rompus avec feu Gérard Breton, à l'époque Directeur du Musée d'Histoire naturelle du Havre qui visitait toutes les carrières de la Normandie et de ses abords aux fins de récoltes paléontologiques. Il connaissait Daniel Delugeard par le fait que ce dernier était alors président du Club Géologique Drouais et menait des recherches dans la carrière de Cherisy exploitée par la Société MEAC (Métropolitaine d'Épandage d'Amendement Calcaire). À cet effet le directeur lui avait donné l'autorisation de circuler librement sur le site à condition que ce soit en dehors des périodes d'intense activité. Ayant obtenu les coordonnées de Daniel, plusieurs échanges épistolaires puis téléphoniques ont conduit à une première visite chez ce dernier en juillet 1993 : ébahissement devant les récoltes de fossiles révélant de nombreux groupes paléontologiques parmi lesquels des échinodermes, lamellibranches, bélemnites, brachiopodes, bryozoaires et autres. La surprise était totale quand on connaît la rareté de ces restes paléontologiques dans les craies blanches supérieures. En outre, la place des spécimens recueillis dans la succession stratigraphique était notée pour chaque ensemble d'entre eux. De surcroît il y avait là les représentants de marqueurs biostratigraphiques valables au moins à l'échelle de l'Europe de l'ouest dont les *Marsupites*, les *Conulus*, *Micrasters*, *Offasters*, *Inocérames* et *Bélemnites*. Un trésor pour le micropaléontologiste qui pourrait ainsi calibrer sa zonation de foraminifères benthiques avec la zonation internationale principalement fondée sur les macrofossiles.

Pour valoriser la collection il fallait procéder en premier lieu à un levé lithologique des principaux fronts d'exploitation de la carrière, avec une précision décimétrique, pour y replacer les récoltes, suivi d'un échantillonnage entre la quarantaine de bancs de silex exposée, aux fins d'analyse micropaléontologique. Rendez-vous est pris pour le mois de juin suivant. Le levé est réalisé du 23 au 27 juin 1994. Les prélèvements sont traités à la Faculté Polytechnique de Mons en Belgique et les déterminations micropaléontologiques effectuées au cours du premier trimestre 1995. Un article commun est alors préparé pour être présenté oralement au

Symposium international sur la limite des étages crétacés qui doit se tenir au Muséum d'Histoire naturelle de Bruxelles en septembre 1995 avec comme titre : « *The position of the Santonian-Campanian boundary in the Chartres area, France* ».

Ultérieurement, l'objectif visait la publication de la succession stratigraphique de la carrière avec l'illustration des marqueurs macropaléontologiques. Mais des obstacles se sont accumulés en raison d'aléas relatifs à la situation professionnelle, à la famille, à la santé, aux priorités, chez l'un, puis chez l'autre, qui ont toujours retardé la mise au point définitive du manuscrit jusqu'au malheureux décès de Daniel le 27 mai 2016 (Robaszynski, 2023).

Dans les semaines et les mois qui ont suivi, l'épouse de Daniel a fait connaître les dernières volontés de son mari de vouloir céder sa collection de fossiles au premier auteur. Pour une question de place disponible, la conservation de la collection a été proposée à l'Association Géologique Aubeoise (AGA) qui dispose à Troyes de locaux pouvant la recevoir. À cet effet, Bertrand Matrion, notre troisième auteur, membre de l'AGA tout comme le premier auteur, a effectué le déménagement de l'ensemble des fossiles qui se trouve maintenant placé sous la protection de l'AGA. En outre un calendrier a été envisagé pour respecter la promesse tacite faite à Daniel de publier la coupe et de figurer les principaux fossiles de la collection.

Quel est l'intérêt particulier de l'étude de la coupe de Cherisy ?

Dans le passé, la limite Santonien-Campanien dans les craies du Bassin de Paris a été placée à divers niveaux, parfois au sein même d'une publication. Par exemple, dans la notice de la feuille de Dreux (Ménillet, 1994) le tableau 3, élaboré par le micropaléontologiste Christian Monciardini, montre cette limite entre ses zones *e* et *f* tandis qu'en page 17 et à la figure 3 elle est placée entre les zones *f* et *g*. Ceci par le fait que l'échelle micropaléontologique n'avait pas encore pu être parfaitement calibrée avec l'échelle macropaléontologique. C'est l'année suivante, en 1995, que s'est tenu à Bruxelles le Symposium sur les limites des étages crétacés où ont été discutées ces limites. Pour ce qui concerne la base du Campanien, la recommandation prise au terme du Symposium fut de placer cette limite à la disparition du crinoïde *Marsupites testudinarius* qui indique le sommet du Santonien et, en conséquence, la base du Campanien. Ce qui coïncide sensiblement, un peu plus haut, avec l'apparition de l'échinide *Offaster pillula* (in Rawson *et al.*, 1996).

Or, ces deux marqueurs ont été récoltés et placés précisément dans la succession lithologique exposée à Cherisy. Il devenait dès lors possible de calibrer entre elles les zones macro- et micropaléontologiques avec une bonne précision.

Ainsi, la suite du texte présentera la structure suivante : après une présentation des environnements géographique et géologique de la carrière de Cherisy dans le contexte du bassin anglo-parisien, on commentera la succession lithologique telle qu'elle apparaissait en 1994. Puis viendront deux

chapitres descriptifs, l'un relatif aux macrofaunes, l'autre aux microfossiles de foraminifères. Suivra une corrélation avec une coupe dans les falaises du Sussex (selon Hampton *et al.*, 2007).

L'ensemble du travail constitue ainsi un hommage à l'ami Daniel Delugeard sans qui on ne saurait même pas qu'une limite d'étage était si bien démontrée à Cherisy !

## LA CARRIÈRE DE CHERISY

### Localisation

À l'origine une simple « marnière » pour amendements locaux, la carrière de Cherisy s'est développée sur plusieurs hectares. Elle se trouve à quelques kilomètres au N-E de la ville de Dreux, département d'Eure-et-Loir, à moins d'un kilomètre de l'Eure, près du lieu-dit « le Petit Cherisy », à environ un kilomètre de la commune de Cherisy. Dans les années 1990, le terrain, exploité en tant qu'amendement crayeux, appartenait à la Société MEAC (Métropolitaine d'Épandage d'Amendement Calcaire), spécialisée dans la fourniture de « carbonate de calcium » pour diverses entreprises agricoles

et industrielles. Localement, la carrière entamait la butte des « Montagnes Salmon » sur près de 35 m d'épaisseur.

Par rapport au Bassin parisien, Cherisy appartient à la région naturelle du Drouais (Figure 1) qui se place à la jonction entre la terminaison sud-est des plateaux méridionaux de la Normandie (Plaine de Saint-André) et la terminaison nord et est de l'ensemble Perche-Beauce (Plateau du Thymerais et Chartrain).

### Lithologie

Lors des levés effectués en juin 1994, les 35 m de craies se présentaient en niveaux repérables par leurs nombreux bancs de silex noirs, en rognons dispersés ou alignés. Plusieurs coupes partielles prises dans les endroits les mieux exposés de la carrière ont été raccordées en suivant les bancs *de visu* (Figure 2) : trois coupes sur la paroi nord-sud (Figures 3-4-5) complétées par une dernière au fond oriental, le plus récent exploité à l'époque, pour la partie la plus élevée de la succession (Figures 6-7).

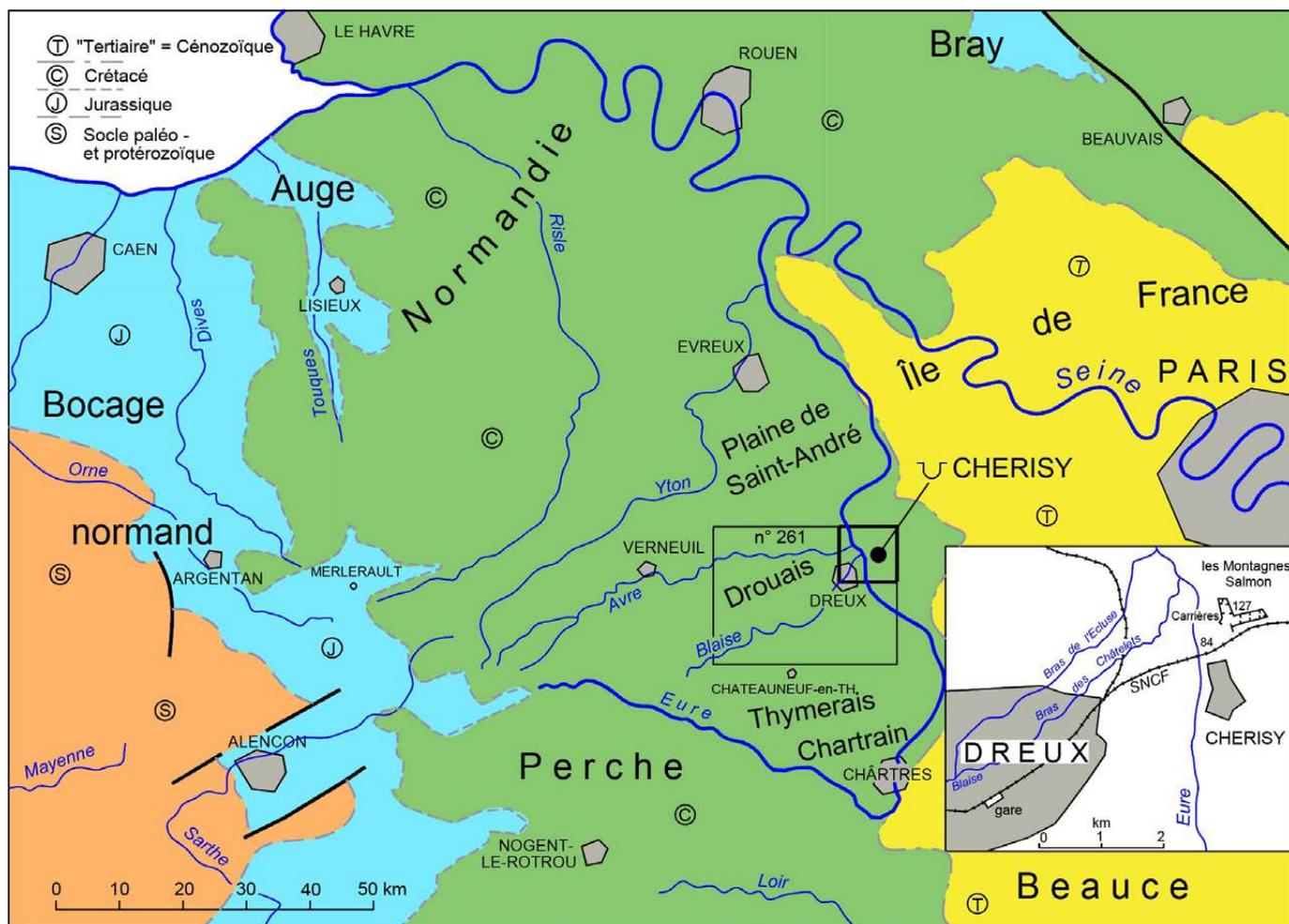


Fig. 1.- Localisation de la carrière de craie blanche MEAC à Cherisy, dans la vallée de l'Eure, entre Normandie, Perche et Île-de-France.  
Fig. 1.- Situation of the Cherisy white chalk quarry, in the Eure Valley, between Normandy, Perche and Île-de-France.

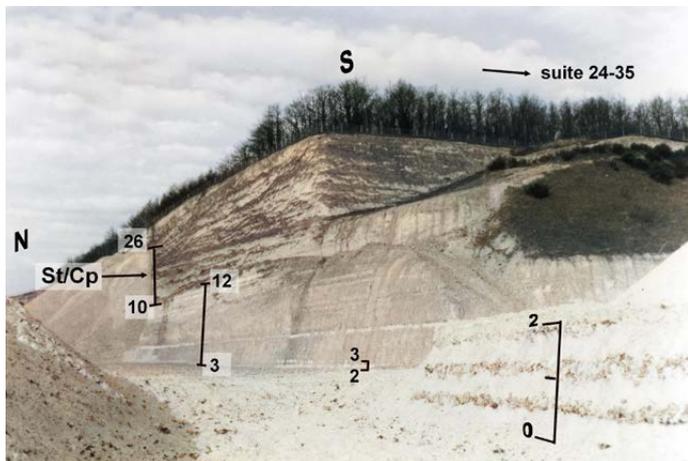


Fig. 2.- Carrière de Cherisy. Allure de l'ancien front de carrière principal nord-sud (état 1994) exposant les 35 m de la coupe. Position des quatre coupes partielles 0-2, 2-3, 3-12, 10-26 m. La dernière coupe partielle 26-35 se trouve à l'est. La flèche sur le grand éboulis du front N-S indique la position des derniers Marsupites, c'est-à-dire le sommet du Santonien.

Fig. 2.- Cherisy quarry. Aspect of the late north-south working front (state 1994) showing the complete section. Position of 4 partial sections 0-2, 2-3, 3-12, 10-26 m. The last one, 26-35 m, is far to the east. The arrow on the chalk fall indicates the position of the last Marsupites = the top of Santonian.

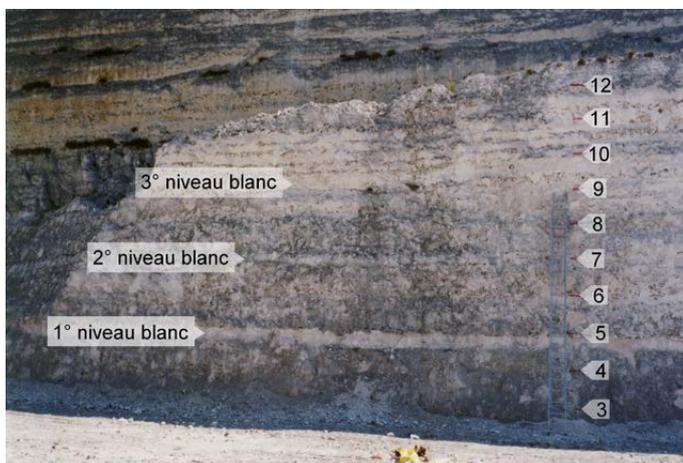


Fig. 3.- Coupe partielle 3-12 au front nord-sud. Le métrage est indiqué à la droite de l'échelle télescopique. Position des trois niveaux blancs de craie fine, sans silex, biodétritique à bryzoaires (à 4,5 m, 7,2 m et 9,40 m).

Fig. 3.- The partial section 3-12 at the north-south front. Position of three white beds of fine chalk, biodetrital with bryozoans (at 4.5 m, 7.2 m and 9.4 m).

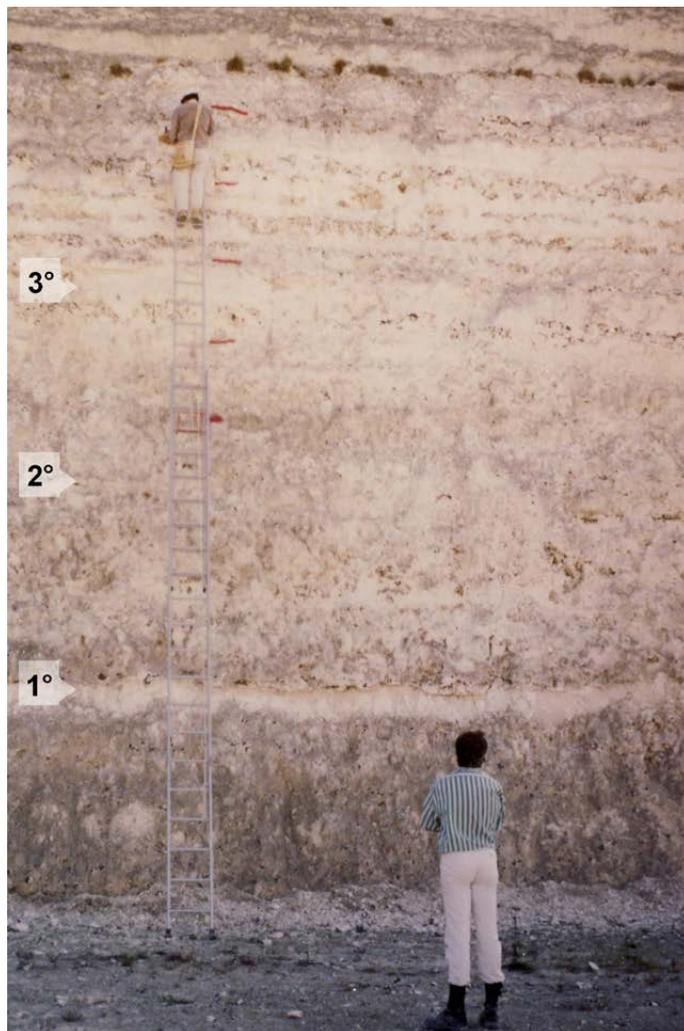


Fig. 4.- Allure de la coupe 3-12 pendant le levé lithologique et position des trois niveaux blancs.

Fig. 4.- Aspect of the 3-12 section during the lithological description and position of the three white levels.

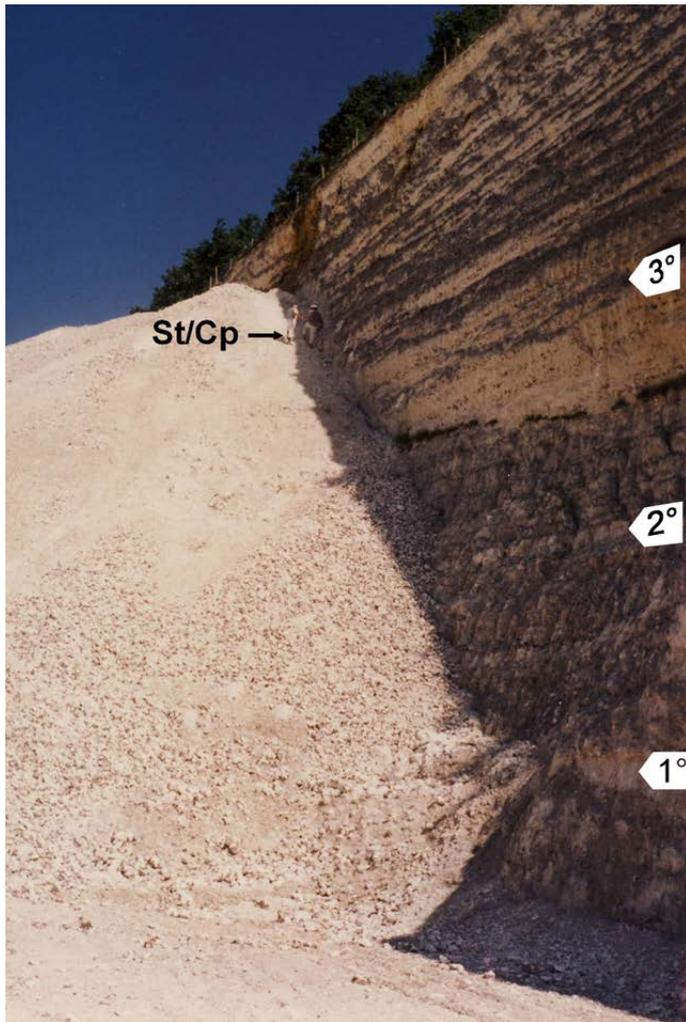


Fig. 5.- Fig. 5. Suite de la coupe 3-26 le long de l'éboulis principal. L'échelle est donnée par la présence des deux premiers auteurs vers le sommet de l'éboulis qui se trouvent sensiblement à la transition Santonien-Campalien. 1° : mètre 5 ; 2° : mètre 7 ; 3° : mètre 10 ; St/Cp : au mètre 16 à la flèche.  
 Fig. 5.- The succession of chalks between 3-26 along the chalk fall. The scale is given by the two first authors near the top of the chalk fall who are in front of the Santonian-Campanian transition. 1° : metre 5 ; 2° : metre 7 ; 3° : metre 10 ; St/Cp : at metre 16, at the arrow.



Fig. 7.- Aspect de la dernière coupe partielle (24-35) au front est (état 1994).  
 Fig. 7.- Aspect of the last partial section (24-35) at the east front.



Fig. 6.- Vue générale de la dernière coupe partielle (26-35) au front est.  
 Fig. 6.- General view of the last partial section at the east front (26-35).

Dans l'ensemble, il s'agit de craies blanches, plus ou moins granuleuses à calcarénitiques, entrecoupées d'une quarantaine de niveaux de silex dont certains sont plus épais et semblent continus – au moins à l'échelle de la carrière. Au cours du levé, on a pu reconnaître quelques différences, toutefois assez subtiles, dans les caractères lithologiques des bancs crayeux : de 0 à 15,5 m, de nombreux silex sont engagés dans une craie un peu calcarénitique ; de 15,5 m à 22 m : la craie apparaît très blanche avec moins de silex ; de 22 à 35 m la craie semble plus tendre et prend une teinte ocrée par la circulation d'eaux météoriques, un peu ferruginisées par leur passage dans la couverture de Formation résiduelle à silex qui coiffe toute la région.

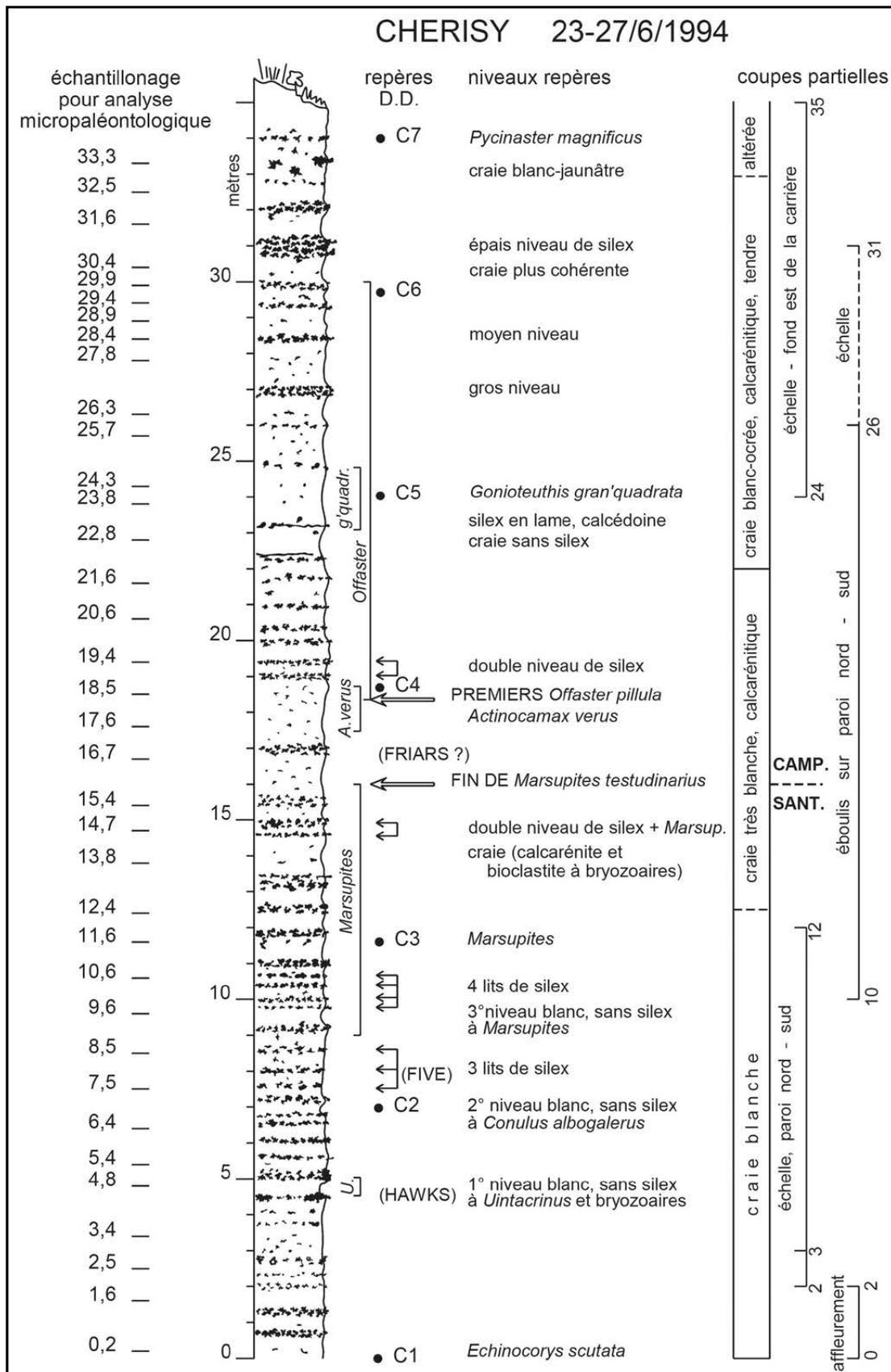


Fig. 8.- Suite lithologique synthétique des craies blanches exposées à Cherisy avec position des coupes partielles, des niveaux repères et de l'échantillonnage pour étude micropaléontologique (c1-7 : repères de Daniel Delugeard ; parenthèses : correspondances avec Seaford Head)

Fig. 8.- Lithological succession of the white chalks exposed at Cherisy, with position of the partial sections, of the marker beds and of the sampling for micropalaeontological purpose (c1-7 : landmarks of D.D. ; brackets : correspondance with the Seaford Head section)

Dans le détail on retiendra les particularités suivantes (Figure 8).

De 0 à 16 m : craie avec niveaux de silex assez serrés, ayant livré, outre des *Echinocorys*, des *Micraster coranguinum* et des *Conulus* jusqu'à 7 m. On remarque visuellement plusieurs niveaux :

✧ Une première bande claire, entre deux niveaux de silex à 4,5 m et à 5,0 m, un peu en creux par altération météorique, constituée de craie blanche, biodétritique, sans silex. De là viennent plusieurs plaques d'*Uintacrinus socialis*.

✧ Sous le niveau à silex à 7,20 m : une deuxième bande blanche de craie biodétritique sans silex d'environ 0,30 m d'épaisseur.

✧ Entre deux niveaux de silex à 9,40 et à 9,90 m : une troisième bande blanche, sans silex, bien en creux après altération. Y apparaissent les premières plaques de *Marsupites*.

✧ Entre 10 et 16 m : craie plus calcarénitique et bioclastique, avec une dizaine de bancs de silex, à débris de bryozoaires de 13,50 à 14,50 m et, de 14,50 à 15,00 m un double niveau de silex. Les derniers *Marsupites* récoltés à Cherisy proviennent du banc à 16,00 m. Cet horizon de la fin des *Marsupites* à 16 m est noté sur les figures 2, 5 et 8 et correspond au sommet de l'étage Santonien (à moins que d'ultimes *Marsupites* soient trouvés entre 16 m et 18,50 m où ont été récoltés les premiers *Offaster pillula* signant l'entrée dans le Campanien.

De 16 à 27 m : craie blanche avec niveaux de silex moins nombreux qu'entre 0 et 16 m. On y remarque les caractères suivants.

✧ Aux alentours de 18,50 m la craie a livré les premiers *Offaster pillula*.

✧ À 19 m et 19,40 m : un double niveau de silex sous lesquels ont été récoltés plusieurs rostrés de la bélemnite *Actinocamax verus*, et au-dessus desquels viennent des *Offaster* qui seront présents jusqu'à 30 m.

✧ De 22,40 m à 23,20 m : craie blanche sans silex, un peu en creux après altération, limitée à la base et au sommet par des lames de silex plat de quelques millimètres d'épaisseur et de la silice en éclats, avec calcédoine.

✧ Entre 23,20 m et 25,00 m : dans ce niveau ont été récoltées plusieurs bélemnites de plus grande taille : *Gonio-teuthis cf. granulataquadrata*.

✧ Au-dessus de 25 m la craie paraît moins granuleuse, plus fine.

De 27 à 35 m : craie blanche, ocrée d'hydroxydes de fer à la partie supérieure, avec plusieurs niveaux de silex. Un « gros niveau » de silex noirs, serrés, entre 27,00 m et 27,20 m et un

« niveau moyen » de 28,40 m à 28,50 m. De 30,70 m à 31,30 m un autre niveau épais à gros silex ressort dans une craie blanche, assez cohérente. Plus haut, de 31,30 m à 35 m : craie blanc-jaunâtre avec des silex épars et un banc de silex alignés à 34 m.

### Coup d'œil rétro : la place de Cherisy dans le Crétacé régional

Des falaises du Pays de Caux à la vallée de la Seine jusqu'à Rouen et aussi dans la région d'Évreux-Dreux, le Crétacé a été l'objet d'études et de descriptions depuis le XIX<sup>e</sup> siècle, en particulier avec Antoine Passy (1832) pour la « Seine-inférieure » puis Edmond Hébert, de 1863 à 1875.

Ce dernier a sans doute été l'un des premiers de ceux qui ont essayé de replacer la stratigraphie des craies dans le contexte plus général du bassin de Paris puis de l'Europe de l'Ouest.

✧ En 1863, dans sa « Note sur la craie blanche et la craie marneuse dans le bassin de Paris et sur la division de ce dernier étage en quatre assises » Hébert adopte au départ la « division de la craie en trois parties » établie antérieurement par Alexandre Brongniart (dans Cuvier & Brongniart, 1822) qui voit du haut vers le bas, la « craie blanche » (futur Sénonien), la « craie tufau » (futur Turonien) et la « craie chloritée » ou « glauconie crayeuse » (futur Cénomanién), ces caractères « minéralogiques » étant de second ordre par rapport aux caractères « zoologiques » ou paléontologiques qui, eux, sont les seuls pouvant assurer la stratigraphie c'est-à-dire la chronologie des terrains successifs. Puis, Hébert rappelle son propre travail de 1858 sur les différentes « assises » discernées dans la craie. Dans le résumé qui conclut sa note (p. 626), il distingue quatre « assises » dans son « étage de la craie marneuse » et deux autres dans son « étage de craie blanche » :

étage de la craie blanche à *Belem. mucronata* 2. Assises à *B. mucronata*

Étage de la craie marneuse 4. Craie à *Micraster coranguinum*  
3. Craie à *Micr. cor-testudinarium*  
2. Craie de Touraine  
1. Assise à *Inoceramus labiatus*

✧ En 1866, les divisions sont les mêmes dans une nouvelle note « De la craie dans le nord du bassin de Paris » mais une précision aura ultérieurement une importance insoupçonnée alors, p. 310 : « La craie à *M. coranguinum*, surtout à la partie supérieure, renferme (...) en très grande quantité des plaques de *Marsupites* (*M. Milleri*, *Mantell*; *M. ornata*, *Miller*). C'est un fossile qui présente un grand intérêt, car on le retrouve au même niveau en Allemagne ».

✧ En 1874, dans la présentation orale à la Société géologique de France de sa « Comparaison de la Craie des côtes d'Angleterre avec celle de France », il confirme ses subdivisions en « assises », « craies » et parfois « zones ».

De plus, à la fin de la même séance, il présente une note de son élève doctorant Charles Barrois « Sur la craie de l'île de Wight » (Barrois, 1875a, 1875b) qui adopte bien sûr les mêmes divisions que celles préconisées par le maître Edmond Hébert (cf. tableau de la Figure 9) et qu'il suivra dans sa thèse sur le Crétacé d'Angleterre (1876).

	HÉBERT 1866-1872-1875	BARROIS 1876-1878	de GROSSOUVRE 1901
SÉNONIEN	Craie à <i>Belemnitella mucronata</i>	Craie à <i>Belemnitella mucronata</i>	CAMPANIEN
	Craie à <i>Belemnitella quadrata</i> présence de " <i>Holaster pilula</i> "	Craie à <i>Belemnitella quadrata</i>	
	(présence de <i>Marsupites</i> au sommet) Craie à silex cariés à <i>Micraster coranguinum</i>	Craie à <i>Micr. coranguinum</i>	SANTONIEN
	silex blonds Craie à silex zonés à <i>Micraster cortestudinarium</i> présence de <i>Holaster placenta</i>	Craie à <i>Micraster cortestudinarium</i>	
TUR. p.p.	Craie à <i>Micraster breviporus</i>	Craie à <i>Micraster breviporus</i>	TURONIEN

Fig. 9.- Tableau de la succession des craies « sénoniennes » du bassin de Paris selon Hébert et son élève Barrois. Noter le signalement de la présence de *Marsupites* au sommet de la craie à *Micraster coranguinum*, qui deviendra une Zone de la craie à partir de Barrois Fig. 9.- Table of the « Senonian » chalk succession in the Paris basin after Hébert and his student Barrois. Note that Hébert noticed the presence of *Marsupites* at the top of the *M. coranguinum* chalk, which will become a Zone since Barrois

Remarque. Il est à noter que, au moins jusqu'en 1875, Hébert n'a jamais adopté le système des étages d'Alcide d'Orbigny (« Sénonien », 1842) ni ceux nommés par Henri Coquand (« Coniacien, Santonien, Campanien », 1857). Il a préféré conserver les termes un peu vagues d'« assises » où sont associés des contenus à la fois minéralogiques et paléontologiques (par exemple « craie » ou « assise à *Micraster coranguinum* »). Plus tard, Albert de Grossouvre, dans sa synthèse relative à ses « Recherches sur la Craie supérieure » (1901), donnera des équivalences avec les étages de d'Orbigny. Un demi-siècle après, dans le « Lexique stratigraphique international, Crétacé », Jacques Sornay (1957) décrira de façon résumée tous les termes stratigraphiques crétacés utilisés en France, dont l'ensemble des étages et des unités lithologiques existant dans le bassin de Paris, ce qui est toujours utile quand on a besoin d'en préciser le sens pour s'y référer.

Plus régionalement, au terme de l'élaboration de la « Carte géologique détaillée de la France au 1/80 000<sup>e</sup>, feuille de Rouen, Gustave Dollfuss (1897) rédige une notice explicative dans laquelle il nomme les subdivisions du « Sénonien » en tenant compte « des caractères minéralogiques et paléontologiques dominants » ainsi que de la localité où ils sont le mieux représentés (partie inférieure du tableau de la Figure 10). Ces subdivisions seront également adoptées par le micropaléontologiste Rajendra Kumar Goel (1965, p. 55) qui poursuivra vers le haut la dénomination des unités

lithologiques (partie supérieure du tableau de la Figure 10). Toutefois, étant donné les « doublets » d'utilisation de la localité « Canteleu » nous lui avons substitué deux autres termes – cités dans les descriptions - « Craie de Grand-Couronne » pour l'unité c8a1 et « Cité Universitaire » pour l'unité c8a2. Dans le tableau on a essayé de replacer l'extension de l'affleurement de Cherisy dans la succession régionale des niveaux crayeux.

## LA LIMITE SANTONIEN-CAMPANIEN ET LES FOSSILES MARQUEURS

### La récolte des fossiles

**Les macrofossiles.** La totalité de la macrofaune a été extraite, localisée et préparée par Daniel Delugeard qui y a consacré une grande partie de ses temps de loisir pendant plus d'une décennie, surtout entre 1980 et 1995. Il suivait régulièrement le développement de l'exploitation et effectuait ses récoltes pendant les week-ends quand l'arrêt des activités en carrière permettait de circuler sans danger. Les prélèvements étaient une première étape, suivie chez lui dans son atelier d'une seconde, relative aux opérations de dégagement des fossiles de leur gangue crayeuse au moyen d'outils adaptés, allant du gros burin à la fine aiguille montée pour mettre en évidence les détails des structures. La troisième étape était la détermination des spécimens pour laquelle il allait chercher les figurations publiées dans la littérature. Ayant alors une « idée » sur le genre et l'espèce, il profitait ensuite de rencontres, d'abord avec d'autres amateurs au sein d'associations puis avec des spécialistes, pour consolider ses déterminations.

Il distinguait d'abord les « fossiles de faciès », ceux qui donnent des informations sur la profondeur, la distance par rapport au rivage, la température, le dynamisme et l'oxygénation des eaux marines, mais qui ne donnent pas forcément des indications précises sur l'âge géologique des couches étudiées. Relativement à ce dernier aspect, il passait beaucoup de temps pour trouver et dégager les « fossiles caractéristiques » ou « espèces marqueur » ayant une durée de vie géologique restreinte, c'est à dire une distribution verticale courte et, par-là, une signification biostratigraphique beaucoup plus précise. Notre objectif visant à localiser le mieux possible la limite Santonien-Campanien, on insistera plus sur les caractères des espèces de ce groupe.

**Les microfossiles.** Sur les 35 mètres de coupe, 36 échantillons de craie, d'environ 2 kg chacun ont été prélevés sur les fronts disponibles et représentatifs. Au laboratoire, après broyage, nettoyage à l'eau et séchage, la moitié est mise en réserve tandis que l'autre est traitée. Chaque prise est fragmentée au marteau, le plus délicatement possible pour obtenir un granulat d'éléments de 1 à 2 mm dans lesquels les microfossiles sont, ou libérés ou encore engagés dans la craie.

Subdiv. traditionnelles		indices cartogr.	UNITÉS LITHOLOGIQUES (d'après Dollfuss & Fortin, 1911 et Goel, 1965 modifié)	2021			
" S É N O N I E N "	craies à bélemnites	c8b2	Craie d'Ailly, blanche, à silex volumineux et cariés à <i>Bel. mucronata</i> , <i>Magas pumilus</i> mf : <i>Gav. clementiana</i> , <i>Bol. gr. decorata</i> , <i>Bol. laevigatus</i>	CAMPANIEN			
		c8b1	Craie de Cantiers, blanche, à silex parfois volumineux à <i>Bel. mucronata</i> , <i>Crania parisiensis</i> mf : " <i>Bol. austinana</i> ", <i>Globorot. michelinianus</i> (type)				
		c8a3 >10m	Craie de St-Pierre-les-Elbeuf, blanche, peu de bancs de silex à <i>Echinoconus conicus</i> , <i>Actinocamax quadratus</i> mf : <i>Bolivinooides gr. decorata</i>				
		c8a2 >5m	Craie de la Cité Universitaire, blanche, tendre, à peu ou pas de silex à Bryozoaires, <i>Offaster pillula</i> mf : <i>Gbt. mariei</i> , [ <i>Bolivinooides culverensis</i> ]				
	craies à micrasters	c8a1 25m	Craie de Grand-Couronne, blanche, à silex disséminés à <i>Marsupites "ornatus"</i> mf : [ <i>Bol. culverensis</i> ], <i>Gav. eva</i> Craie de Cailly à la base, à <i>Gav. brotzeni</i>		1965 GOEL ↑ DOLLFUSS & FORTIN 1911 ↓	C H E R I S Y	
		c7b3 30m	Craie de Belbeuf, blanche, tendre, à silex alignés, cariés à <i>Micraster coranguinum</i> mf : au sommet : <i>Gav. cristata</i>				
		c7b2 30m	Craie de Canteleu, blanche, à silex irréguliers à <i>Echinoconus carinatus</i> , articles de stellerides mf pauvre, <i>Fronicularia incrassata</i> , des <i>Globorotalites</i>				
	craies à <i>Micraster coranguinum</i>	c7b1 65m	Craie d'Orival, grenue, à silex zonés, + graviers phosphatés à Bryozoaires abondants mf pauvre, à <i>Stensioeina exsculpta gracilis</i>		SANTONIEN		
		craies à <i>Micraster cortestudinarium</i>	c7a2 20m			Craie de Quévilly, blanche, calcaire, à lits de silex et phosph. et dolom. à <i>Micr. cortestud.</i> , spongiaires siliceux, <i>Inoceramus evolutus</i> mf pauvre : quelques <i>Globorotalites</i>	CONIACIEN
			c7a1 >20m			Craie de St-Étienne-de-Rouvray, jaunâtre, noduleuse, à bancs dolomitiques et silex gris et blonds à <i>Micr. cortestud.</i> et <i>Micr. normanniae</i> à la base mf pauvre à <i>Gav. austinana</i>	
TUR. SUP.	craie marneuse à <i>Terebratulina rigida</i>	c63-4	Craie noduleuse, durcie, un peu dolomitique à <i>Micr. breviporus (= leskei)</i> et <i>Scaphites geinitzi</i> mf : <i>Gbt. lapparenti</i>  Craie de Blossville-Bonsecours, marneuse, à quelques lits de silex tabulaires à <i>Terebratulina rigida</i> , mf pauvre	TURONIEN sup.			

Fig. 10.- Tableau de la succession des diverses craies « sénoniennes » dans la région de Rouen (d'après Dollfuss et Fortin, 1911 ; Goel, 1965).  
Fig. 10.- Table of the succession of various chalks in the « Senonian » of the Rouen area (following Dollfuss & Fortin, 1911 ; Goel, 1965).

Le but étant de les dégager, le granulat est partagé dans des béchers (h = 20 cm ; d = 7 cm environ), installés en série. Les béchers admettent chacun une brosse cylindrique animée en rotation par un système de poulies (environ 1 tour/seconde), qui dégage délicatement les microfossiles. Ceci en milieu aqueux additionné d'un peu de polyphosphate ménager - type « Calgon » - qui facilite le nettoyage. Après quelques heures de rotation, le contenu de l'ensemble des béchers est passé sous jet d'eau sur une petite colonne de tamis avec 4 classes granulométriques : 24 mesh (0,7 mm), 48 mesh (0,3 mm), 65 mesh (0,2 mm) et refus (< 0,2 mm). En cas de besoin on peut ajouter un tamis à 100 mesh (0,15 mm) qui permet de vérifier si certains groupes, dont les Bulimines et les premiers Bolivinoïdes très allongés ne sont pas passés dans la fraction < 0,2 mm. Après séchage au four, les résidus sont partagés en plusieurs classes granulométriques, séparés dans une liqueur dense (mélange de bromoforme et d'alcool pur amené à la densité de 2,18), séchés puis triés sous binoculaire, et quelques spécimens représentatifs mis en cellules.

**La limite Santonien-Campanien à l'international**

Dans les recommandations de la « Campanian working party in Brussels » publiées dans les « Proceedings of the Second International Symposium on Cretaceous Stage Boundaries held in Brussels 8-16 september 1995 », un consensus s'est dégagé en faveur du choix de l'extinction du crinoïde *Marsupites* au sommet du Santonien qui permet de tracer la limite entre les étages Santonien et Campanien (Hancock & Gale, 1996). La proposition se conforme à l'usage de cette ligne-temps prônée dès de Grossouvre (1901) et suivie entre autres par Ernst (1963, 1979), Bailey *et al.* (1983), Birkelund *et al.* (1984), et Mortimore (1986) jusqu'à Cobban (1995). Argumentée ensuite par Gale *et al.* (1996), elle a été largement adoptée comme le montrent les résultats de la biostratigraphie des craies de la falaise de Seaford Head, dans le Sussex, où est particulièrement bien exposée cette limite Santonien-Campanien (Hampton *et al.*, 2007), tout comme dans les falaises du Pays de Caux (Hoyez, 2008).

Tenant compte des auteurs cités ainsi que des tableaux publiés dans Mortimore *et al.* (2001, p. 55 et p. 60) et dans Hampton *et al.* (2007), la succession des zones macropaléontologiques « classiques » ou « traditionnelles » et la correspondance avec la distribution verticale de quelques taxons de foraminifères est présentée à la Figure 11.

SANT. "moyen"	SANTONIEN "supérieur"		CAMPANIEN "inférieur"	
<i>Micraster coranguinum</i>	<i>Uitacrinus socialis</i>	<i>Marsupites testudinarius</i>	<i>Uitacrinus anglicus</i>	<i>Offaster pillula</i>
← <i>Conulus albogalerus</i> →				
← <i>Micraster coranguinum</i> →	<i>Micraster rostrata</i>			
		<i>Micraster schroederi</i>		
	<i>Uitacrinus socialis</i>	<i>Marsupites testudinarius</i>		
		<i>Marsupites laevigatus</i>	<i>U. anglicus</i>	
	<i>Actinocamax verus</i>			<i>Offaster pillula</i>
← <i>Protostens. polonica</i> →				← <i>"Goniot euthis quadrata"</i> →
	<i>Gavelinella cristata</i>			
		<i>Bol. strigillatus</i>		
				<i>Bolivinoïdes culverensis</i>
				<i>Globotruncana arca</i>
				<i>St. cf. pommerana</i>

Fig. 11.- La succession des zones macropaléontologiques « classiques » au voisinage de la limite Santonien-Campanien (d'après Mortimore 1986 ; Bailey *et al.*, 1982, 1986 ; Mortimore *et al.*, 2001 ; Hampton *et al.*, 2007)  
 Fig. 11.- The succession of « classical » zones near the Santonian-Campanian boundary (after authors)

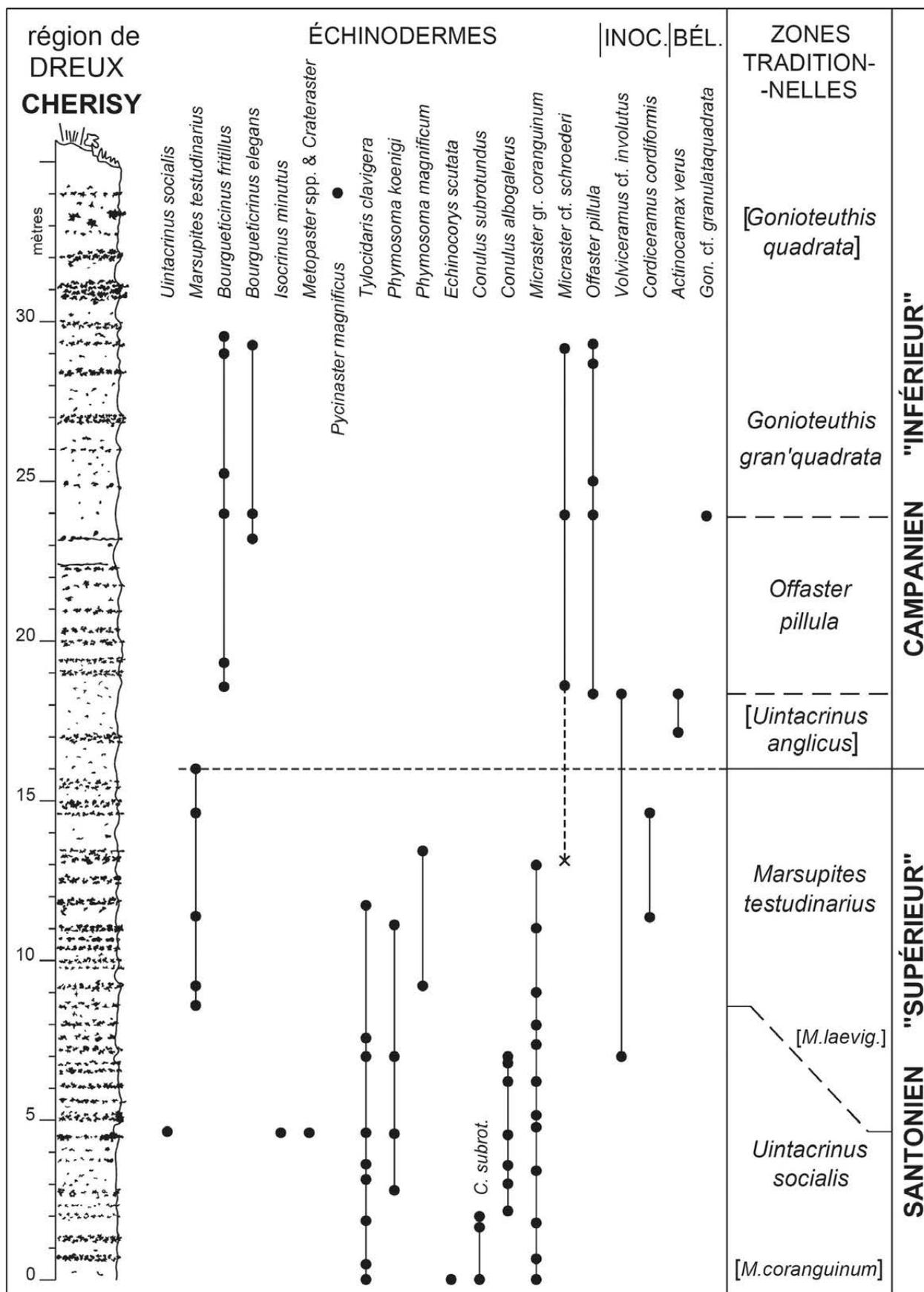


Fig. 12.- Distribution verticale des principales espèces de macrofossiles récoltés dans la carrière de Cherisy par Daniel Delugeard.  
 Fig. 12.- Vertical distribution of main macrofaunal species found in the Cherisy quarry by Daniel Delugeard.

### La distribution verticale des principaux macrofossiles (Figure 12)

Les fossiles récoltés dans la carrière de Cherisy appartiennent à trois grands groupes : les Échinodermes, les Inocérames et les Bélemnites, sachant que les deux derniers groupes ne sont signalés que par quelques spécimens.

*N.B. : les termes de la classification zoologique utilisée ci-après correspondent à la classification « classique » ou « traditionnelle » ou « ancienne », encore connue de tous les géologues et qu'avait utilisée Daniel Delugeard. Toutefois, dans le chapitre suivant, on essaiera de replacer les ensembles de fossiles dans la classification phylogénétique développée plus récemment par Lecointre & Le Guyader (tome 1, 4<sup>e</sup> édition 2016), et Lecointre & Le Guyader (tome 2, 4<sup>e</sup> édition, 2017).*

**Les Échinodermes** sont bien représentés dans la totalité de la succession.

Les Pelmatozoaires, c'est-à-dire les formes fixées sur un substratum marin par un pédoncule, tels les Crinoïdes, sont relativement rares. Certains présentent un pédoncule constitué d'articles portant un calice - ou thèque - fusiforme comme *Bourgueticrinus fritillus* (Griffith & Brydone) tandis que d'autres ont leur calice enfoncé dans le sédiment comme *Uintacrinus socialis* Grinnel et *Marsupites testudinarius* (von Schlothheim), tous deux souvent seulement signalés par leurs plaques thécales polyédriques.

Remarque. Certains auteurs, dont par exemple Wagreich *et al.*, (2010, 2017) ou Gale (2019) subdivisent la zone à *Marsupites* - telle qu'utilisée ici - en deux parties : une partie inférieure à *Marsupites lævigatus* Forbes et une partie supérieure à *Marsupites testudinarius*. Notre matériel disponible n'étant pas suffisant, cette distinction n'a pu être adoptée dans le présent travail.

Les Éleuthérozoaires ou formes libres, sont plus nombreux, avec deux classes : les Astérides - ou étoiles de mer, dont on ne trouve généralement que les ossicules (provenant des genres tels *Metopaster*, *Crateraster*, *Pycinaster*), et surtout les Échinoides, formes à thèque libre, vivant soit sur un substratum marin résistant ou dans des terriers dans le cas d'un substrat meuble. On y distingue les Échinides réguliers avec *Tylocidaris clavigera* (Mantell), *Phymosoma koenigi* (Mantell), et les irréguliers comme *Conulus subrotundus* Mantell, *Conulus albogalerus* Leske (à péristome central à la face orale), et d'autres comme *Echinocorys scutata* (Leske), *Offaster pillula* (Lamarck), ainsi que les Micrasters (cf. Stokes, 1975) avec *Micraster coranguinum* (Leske) et *Micraster coranguinum schroederi* (Stolley), tous ces irréguliers ayant une bouche migrant vers l'avant et l'anus migrant vers l'arrière, ceci définissant un plan de symétrie bilatéral qui se superpose à la symétrie pentaradiée fondamentale des Échinodermes.

**Les Inocérames** font partie des Lamellibranches (branchies en « lamelles »), dysodontes (dents de la charnière entre les deux valves, peu marquées), très anisomyaires (le muscle

adducteur antérieur est très petit par rapport au muscle adducteur postérieur qui peut fermer hermétiquement la coquille bivalve). La couche prismatique de la coquille est souvent très épaisse et les prismes de calcite qui la composent se dissocient pour former les « soies » de la craie. Les individus complets sont assez rares comme par exemple *Volviceramus cf. involutus* (J. de C. Sowerby) et *Cordiceramus cordiformis* (J. de C. Sowerby).

**Les Bélemnites** (*belemn* = javelot) sont des Céphalopodes coléoïdes (*coleo* = étui), à coquille interne ou rostre, allongé, calcitique. Deux espèces seulement ont été dégagées à Cherisy. Chez la première, *Actinocamax verus* Miller, la partie antérieure du rostre entourant l'alvéole conique du phragmocône est imparfaitement calcifiée, donc très fragile et généralement détruite, ce qui donne à la partie antérieure du rostre un aspect conique. Selon Doyle (*in* Smith & Batten, 2002) cette espèce serait particulièrement commune dans la zone à *Marsupites*; à Cherisy des exemplaires ont été trouvés à environ 3 m au-dessus des derniers *Marsupites*.

La deuxième espèce, « *Goniot euthis quadrata* (Blainville) », est caractérisée par un pseudalvéole antérieur carré. Toutefois, comme l'écrivait en 1991 feu Walter Christensen, le spécialiste de référence sur les bélemnites, « *limited material has little stratigraphic value* ». Ceci par le fait que nommer des bélemnites demande le calcul de valeurs moyennes de plusieurs indices biométriques mesurés sur les rostres, sur au moins une dizaine de spécimens de même dimension provenant d'un même niveau. Ce qui n'est pas le cas à Cherisy ! De sorte que les rostres des très rares « *Goniot euthis quadrata* » dégagés à Cherisy pourraient aussi bien - et plus probablement - être des « *Goniot euthis cf. granulata quadrata* Stolley » dont la position stratigraphique est limitée à la partie basale du Campanien (Christensen, 1975, 1991 ; Christensen *et al.*, 1993), c'est à dire de la zone à *Offaster pillula*, d'où proviennent justement les spécimens trouvés à Cherisy.

Retenons qu'à des fins biostratigraphiques et pour le placement de la limite Santonien-Campanien, les macrofossiles marqueurs sont peu nombreux mais particulièrement précis, avec la succession, du bas vers le haut, soit du plus ancien au plus récent : *Micraster coranguinum*, *Uintacrinus socialis* (avant-dernière zone du Santonien), *Marsupites testudinarius* (dernière zone du Santonien, la disparition de l'espèce ayant été proposée au Symposium de Bruxelles en 1995 pour tracer la base du Campanien), *Offaster pillula* (première zone du Campanien), *Goniot euthis granulata quadrata* (deuxième zone du Campanien).

Tous ces marqueurs ont été récoltés à Cherisy.

*N.B. : Dans la présente contribution n'ont été cités que les macrofossiles de la collection Delugeard dont l'intérêt stratigraphique est démontré.*

*Il est prévu que les autres spécimens de la collection, maintenant conservés dans les locaux de l'Association Géologique Audoise à Troyes, feront l'objet d'une monographie à paraître avec, en particulier, les autres Crinoïdes, Astérides, Échinides*

réguliers et irréguliers, de même que les autres Lamellibranches, les Brachiopodes, Scaphopodes, Gastéropodes, Décapodes, Cirripèdes, Vers et Bryozoaires.

### CORRÉLATION DES CRAIES DE CHERISY AVEC LE SUSSEX (U.K.)

En leur temps, Hébert (1874) puis Barrois (1876) avaient argumenté avec succès le principe d'une corrélation des zones paléontologiques des craies blanches sénoniennes de part et d'autre de la Manche. De nos jours, de nombreux travaux ont été menés sur le terrain des deux côtés du Channel et des correspondances ont été précisées, particulièrement et entre autres par Mortimore & Pomerol (1987) et Mortimore *et al.* (2001).

Dans le cas présent on a tenté de corréler simplement la place de la limite Santonien-Campanien dans les craies de Cherisy et du Sussex en utilisant les outils les plus commodes, tant sur le terrain avec les macrofossiles marqueurs qu'au laboratoire avec les microfossiles foraminifères. Pour conforter la corrélation on a tenu compte des travaux de Téhérani (1968), Ernst *et al.* (1979, 1983), Swiecicki (1980), Bailey *et al.* (1984), Hart & Swiecicki (1987), Kopaevitch *et al.* (2007, 2020).

Les résultats de l'essai ont abouti à l'élaboration de la Figure 13 qui sera brièvement commentée.

À gauche : la succession des ensembles litho-paléontologiques de Dollfuss & Fortin (1911) pour les craies à Micraster, et de Goel (1965) pour les craies à Bélemnites.

Au milieu : la succession des craies de Cherisy selon nos levés.

À droite : la succession des craies dans les falaises de Seaford Head, dans le Sussex, selon Hampton *et al.* (2007).

Les marqueurs faunistiques utilisés sont, du bas vers le haut :

- ✧ la fin d'*Uintacrinus socialis* juste au-dessus d'un niveau à gros silex (Hawks Brow Flint),
  - ✧ l'apparition de *Marsupites*,
  - ✧ la présence des premiers *Bolivinoïdes strigillatus*,
  - ✧ la disparition (et probablement l'extinction) du crinoïde *Marsupites testudinarius*, qui indique la fin du Santonien,
- et, au-dessus des derniers *Marsupites* :
- ✧ la différenciation de *Bolivinoïdes culverensis*,
  - ✧ la présence de l'Échinide irrégulier *Offaster pillula*, de la petite bélemnite *Actinocamax verus*,

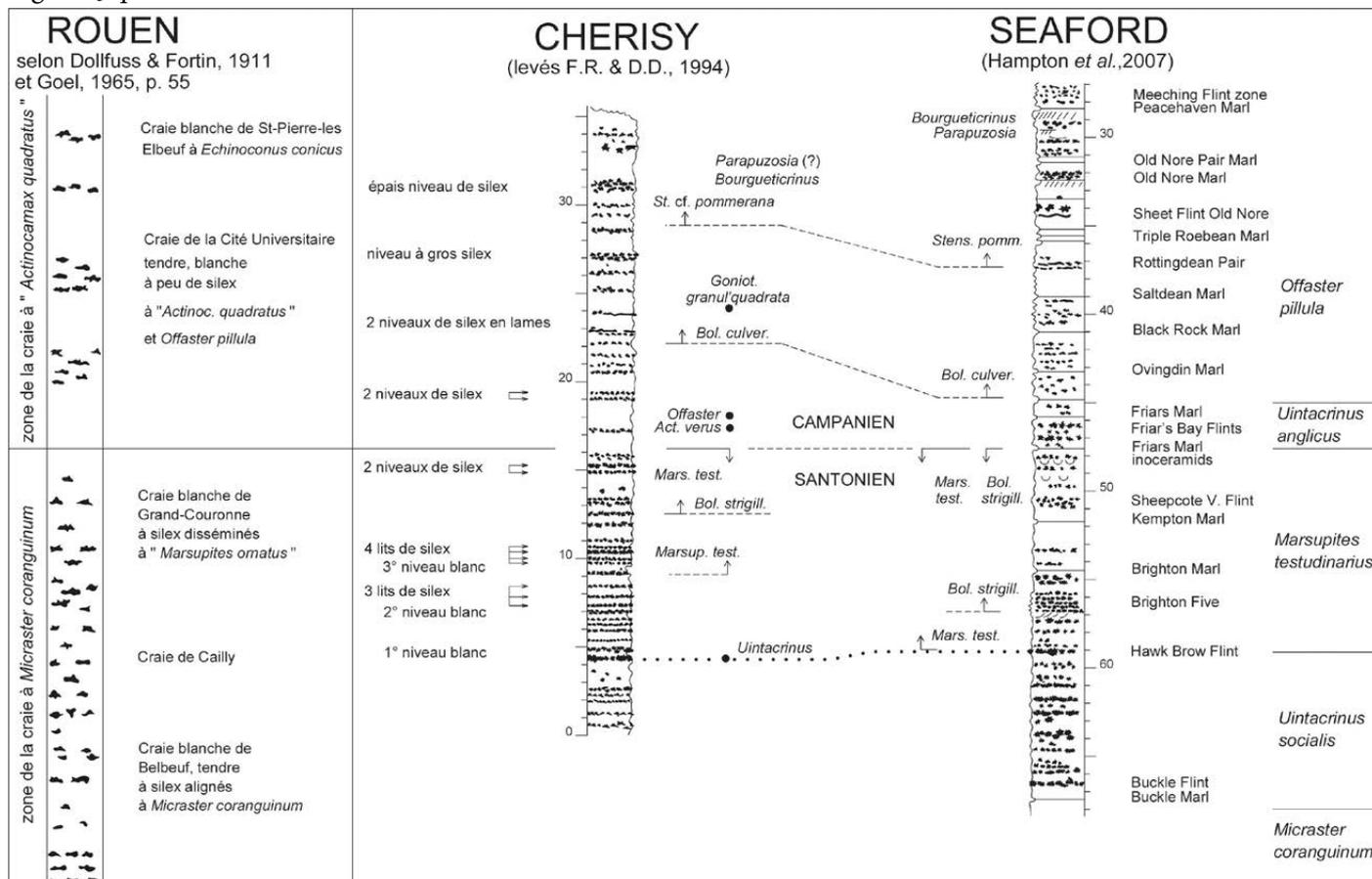


Fig. 13.- Corrélation à l'aide des marqueurs paléontologiques et lithologiques des coupes de Cherisy (F) et de Seaford Head (UK), selon Hampton *et al.*, 2007 et ce travail ; en regard des subdivisions de la craie établies dans la région Rouen, selon Dollfuss & Fortin, 1911 et Goel (1965).  
 Fig. 13.- Correlation of the Cherisy and Seaford Head sections with palaeontological and lithological markers (after Hampton *et al.*, 2007 and the present work) in front of chalk subdivisions in the Rouen area (after Dollfuss & Fortin, 1911, and Goel, 1965).

- ✧ l'émergence progressive de *Stensioeina* cf. *pommerana*
- ✧ la présence de *Goniot euthis* cf. *granulata quadrata*,
- ✧ la présence de *Bourgueticrinus* spp. et celle de *Parapuzosia* sp.

La confrontation de Cherisy et de Seaford Head semble bien montrer l'équivalence biostratigraphique des deux sections et la place très précise de la limite Santonien-Campanien par rapport à des litho- et bioévénements similaires sinon identiques des deux côtés de la Manche pour des coupes séparées d'environ 200 kilomètres.

## LES AUTRES MACROFOSSILES À CHERISY

### La classification phylogénétique

La classification du vivant, dite « traditionnelle » date de l'époque des Lumières et a été largement influencée par Linné (1707-1778). Elle est caractérisée par la persistance d'un anthropocentrisme affirmé (l'homme au sommet de la classification) et par la dénomination de groupes « négatifs » (basés sur l'« absence » d'un caractère, comme s'il y avait des organismes « parfaits » portant le caractère considéré, ce qui fait preuve d'essentialisme), par exemple les acoelomates (sans coelome), les invertébrés (sans vertèbres), les agnathes (sans mâchoire), les anoures (sans queue) etc.

Plus tard, Darwin (1805-1882) prône une « classification naturelle » c'est à dire une classification « qui doit refléter la phylogénie » comme le dira Haeckel (1834-1919) par ses recherches sur les parentés. Le concept sera développé par l'entomologiste Hennig (1913-1976) qui fonde la « systématique phylogénétique » - ou cladistique - sur la méthode des groupes monophylétiques. La cladistique se propose ainsi de retrouver les parentés évolutives entre des espèces en les rassemblant en groupes monophylétiques reconnaissant un ancêtre commun et la totalité des descendants qui en sont issus.

Aujourd'hui, la classification phylogénétique – ou arbre du vivant – est construite sur des données morphologiques qui peuvent être confirmées par des données moléculaires et tient compte de ce que « l'ordre de la nature est le reflet de l'histoire évolutive des organismes sur terre » (Lecointre & Le Guyader, 2016), suivant ainsi l'idée-clé de la « descendance avec modification » de Darwin, alors que Linné négligeait la variation au sein de l'espèce qui, elle, est pourtant à la base de l'Évolution.

### Place des spécimens de Cherisy dans la classification phylogénétique

Vue du côté pratique, la classification phylogénétique commence à être enseignée, du Primaire à l'Université mais pour l'adopter complètement il faut accepter l'abandon de certains groupes « classiques », soit à cause de leur polyphy-

létisme, soit par le fait de l'utilisation de caractères « négatifs ». Ainsi on n'y retrouvera plus les Protozoaires, Algues, Bryophytes, Gymnospermes, Invertébrés, diblastiques, acoelomates, agnathes, Poissons, Reptiles, Prosimiens qui apparaissent comme des groupes paraphylétiques. Toutefois, dans la 4<sup>e</sup> édition de leur « Classification phylogénétique du vivant », Lecointre & Le Guyader (2017) ont remplacé les différents « groupes caducs » des classifications traditionnelles dans les cinq tableaux (d'« Où sont-ils ») annexés en fin de volume. On devra se référer à cette « Classification » nouvelle, exposée dans deux gros volumes, quand on voudra dépasser le cadre de la classification phylogénétique résumée, proposée à la Figure 14 où sont remplacés les principaux groupes ou espèces de fossiles de la collection Delugeard.

### Les groupes présents à Cherisy

Dans le matériel légué à l'Association Géologique Auloise par Daniel Delugeard, soit plusieurs centaines de spécimens, on relève des représentants des taxons significatifs suivants qui sont présentés ci-après en adoptant la classification phylogénétique du vivant de Lecointre & Le Guyader (2016 et 2017), résumée au tableau de la Fig. 14.

#### Unicellulaires

Foraminifères (benthiques : *Stensioeina*, *Gavelinella*, *Bolivinoïdes*)

#### Métazoaires

Spongiaires (*Siphonia*)

Hexacoralliaires

Mollusques

Gastéropodes

Céphalopodes : ammonites et bélemnites (*Goniot euthys*, *Actinocamax*)

Bivalves = Lamellibranches (*Rastellum*, *Spondylus*, *Volviceramus*)

Brachiopodes : térébratules et rhynchonelles (*Cretirhynchia*)

Euarthropodes : crabe

Échinodermes

Crinoïdes : *Roveacrinus*, *Uintacrinus*, *Marsupites*, *Metopaster*, *Pycinaster*

Échinoïdes

Symétrie 5 (« réguliers ») : *Phymosoma*, *Cidaris*, *Tylocidaris*, *Stereocidaris*

Symétrie 5 + 2 (« irréguliers ») : *Conulus*, *Echinocorys*, *Offaster*, *Micraster*

Chordés – Vertébrés

Chondrichtiens : dents de requins (*Ptychodus*), dents et plaques dentaires de raies

Ostéichtiens

Les espèces biostratigraphiques index présentes à Cherisy appartiennent surtout aux groupes des Échinodermes (Crinoïdes et Échinoïdes, Planches 1 et 2), des Céphalopodes (Bélemnites) et des Bivalves (Inocérane) à la Planche 3. Ont

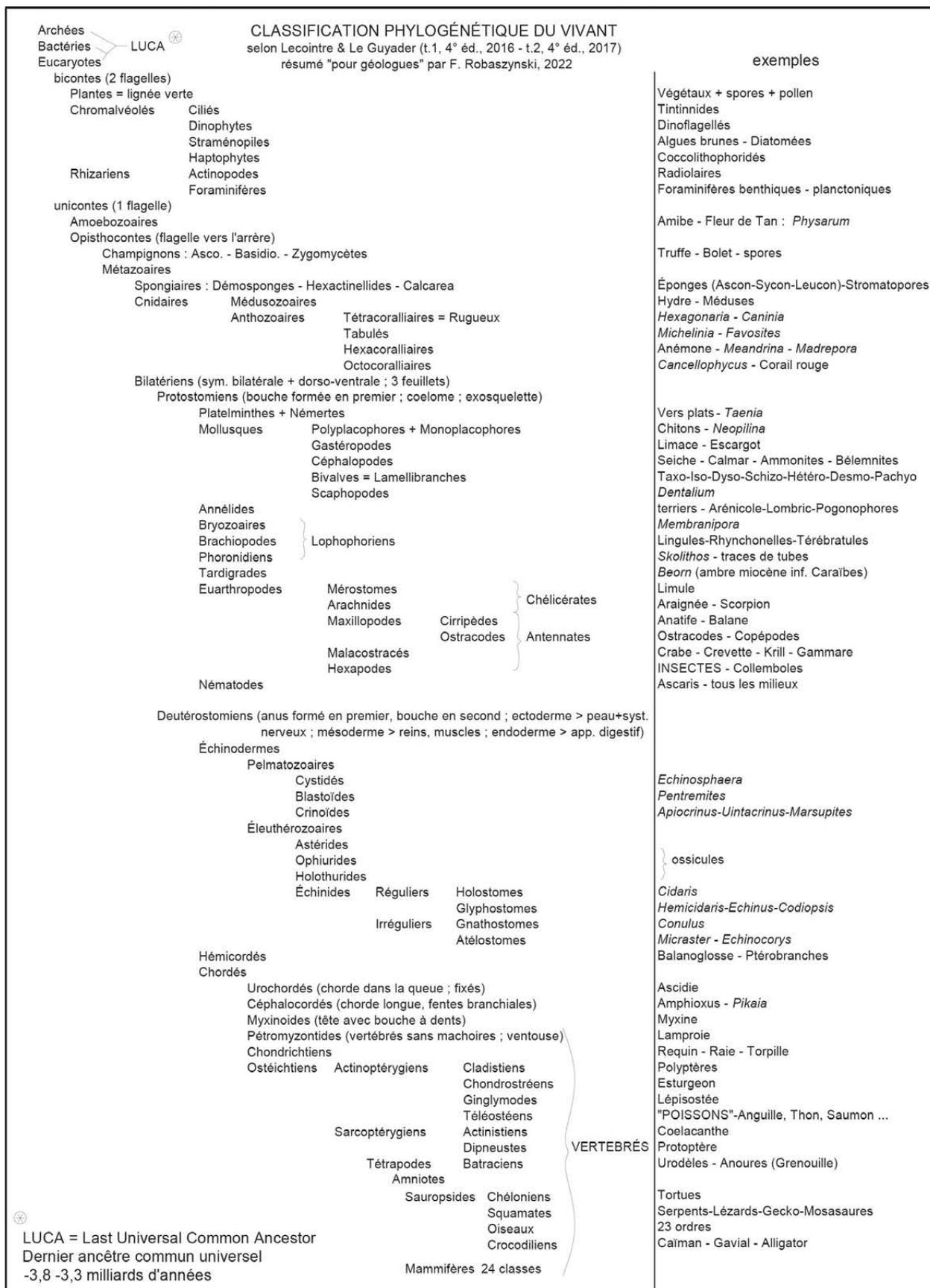


Fig. 14.- Les fossiles récoltés à Cherisy dans le tableau de la classification phylogénétique du vivant selon Lecointre & Le Guyader (2016, 2017).  
Fig. 14.- The fossils found at Cherisy in the phylogenetic classification table following Lecointre & Le Guyader (2016, 2017).

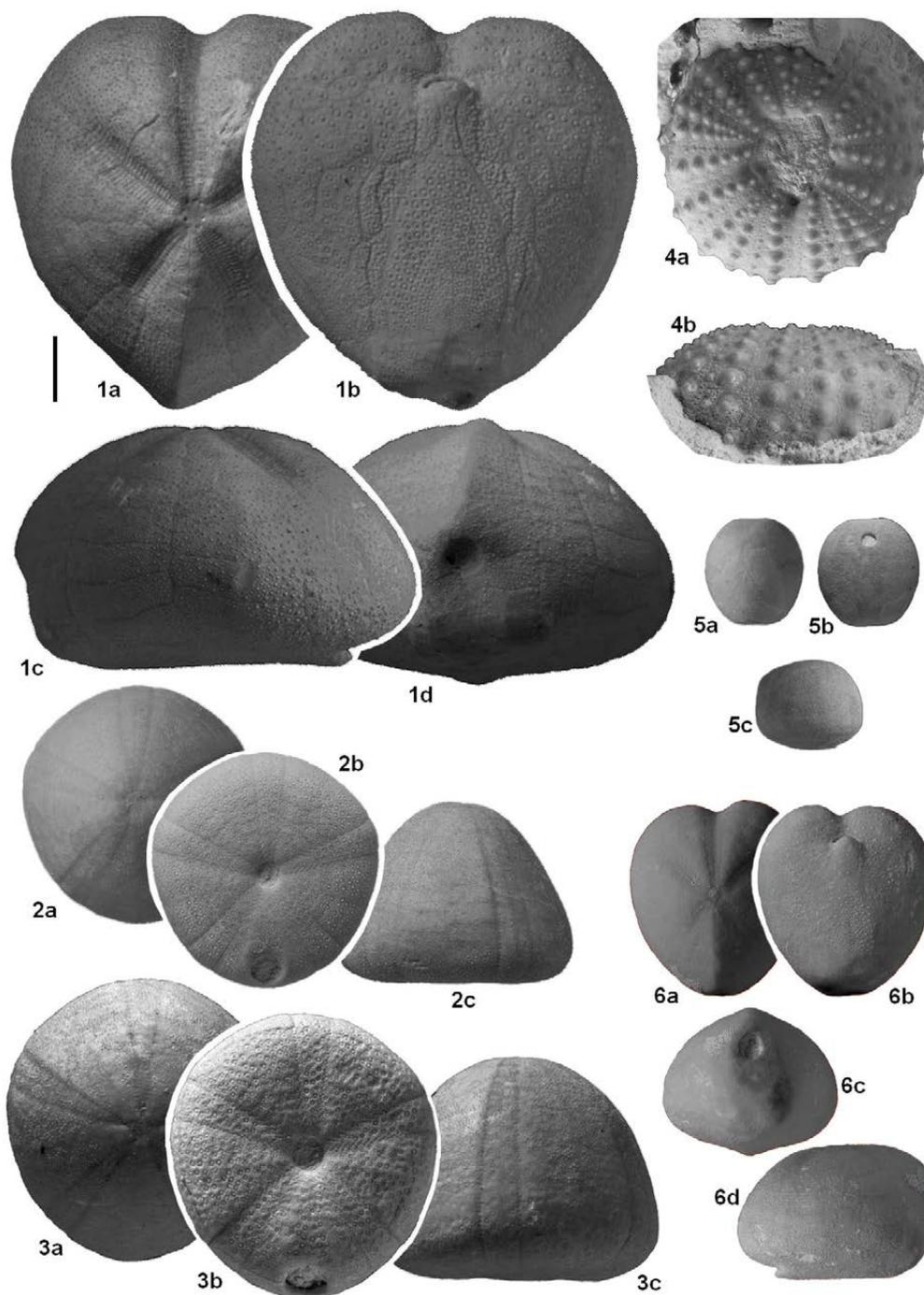


PLANCHE 1. Barre d'échelle : 1 cm

Fig. 1 – *Micraaster coranguinum schroederi* STOLLEY, 1891 ; a : face apicale ; b : face orale ; c : profil ; d : face anale. Cherisy, vers le mètre 24./ a : apical side ; b : oral side, c : lateral view, d : anal side. Cherisy, about 24 m.

Fig. 2 – *Conulus albogalerus* LESKE, 1778, forme typique ; a : face apicale ; b : face orale ; c : profil. Cherisy, entre les mètres 2 et 7./ Typical form, a : apical side, b : oral side, c : lateral view. Cherisy, between 2 and 7 m.

Fig. 3 – *Conulus albogalerus* LESKE, 1778, forme arrondie ; a : face apicale ; b : face orale ; c : profil. Cherisy, entre les mètres 2 et 7./ Rounded form, a : apical side, b : oral side, c : lateral view. Cherisy, between 2 and 7 m.

Fig. 4 – *Phymosoma magnificum* (AGASSIZ, 1840) ; a : face apicale ; b : profil. Cherisy, entre les mètres 9 et 13./ a : apical side, b : lateral view. Cherisy, between 9 and 13 m.

Fig. 5 – *Offaster pillula* (LAMARCK, 1816) ; a : face apicale ; b : face orale ; c : profil. Cherisy, entre les mètres 18 et 29. / a : apical side, b : oral side, c : lateral view. Cherisy : between 18 and 29 m.

Fig. 6 – *Micraaster coranguinum* LESKE, 1778 ; a : face apicale ; b : face orale ; c : profil. Cherisy, entre les mètres 0 et 7./ a : apical side, b : oral side, c : lateral view. Cherisy, between 0 and 7 m.

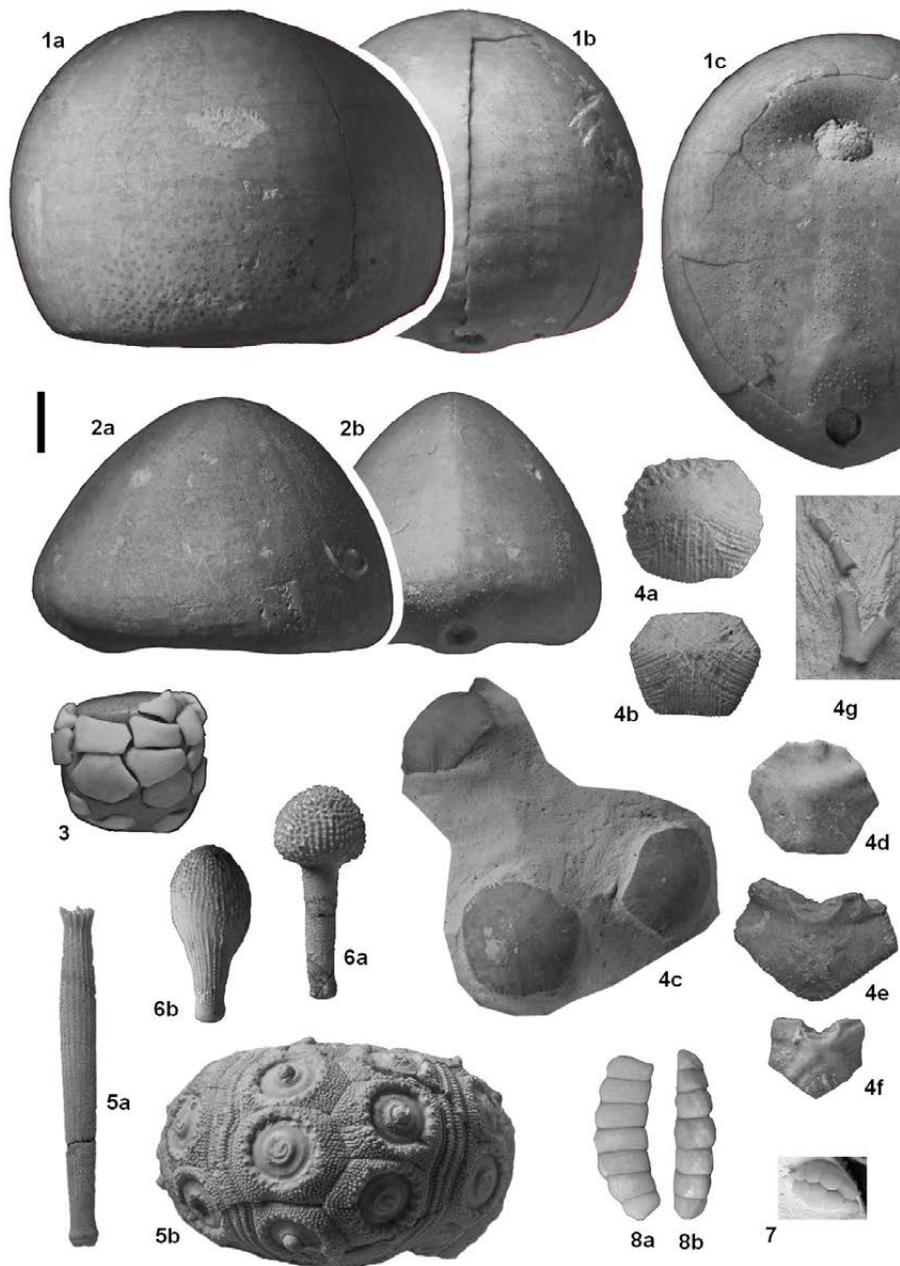


PLANCHE 2. Barre d'échelle : 1 cm

Fig. 1 – *Echinocorys gibbus subglobosa* GOLDFUSS, 1826 ; a : profil ; b : profil côté anal ; c : face orale. Cherisy./ a : lateral view, b : lateral view of anal side, c : oral side. Cherisy.

Fig. 2 – *Echinocorys scutatus* LESKE, 1778 ; a : profil arrondi ; b : profil côté anal. Cherisy : niveau au mètre 0./ a : rounded lateral view, b : lateral view of anal side. Cherisy, at 0 m.

Fig. 3 – *Uintacrinus socialis* GRINNELL, 1876 ; thèque avec plaques en connexion. Cherisy, entre les mètres 4 et 5./ theca with connected plates. Cherisy, between 4 and 5 m.

Fig. 4 – *Marsupites testudinarius* SCHLOTHEIM, 1820 ; a-b : plaques ornementées ; c : plaques lisses ; d-e-f : plaques portant les bras ; g : bras. Cherisy, entre 8,5 m et 16 m/ a-b : ornamented plates, c : smooth plates, d-e-f : plates with arms. Cherisy, between 8.5 and 16 m.

Fig. 5 – *Stereocidaris sceptrifera* (MANTPELL, 1822) ; a : radiole, b : test. Cherisy : entre les mètres 0 et 12./ between 0 and 12.

Fig. 6 – *Tylocidaris clavigera* (MANTPELL, 1822) ; a et b : deux/ two radioles. Cherisy : entre les mètres 0 et 12./ between 0 and 12 m.

Fig. 7 – *Metopaster uncatus* (FORBES, 1848) ; ossicules. Cherisy, niveau à 4,5 m/ ossicles. Cherisy, level at 4.5 m.

Fig. 8 – *Metopaster parkinsoni* (FORBES, 1848) ; a et b : ossicules en connexion. Cherisy, niveau à 4,5 m/ a and b : ossicles in connection. Cherisy, level at 4.5 m.

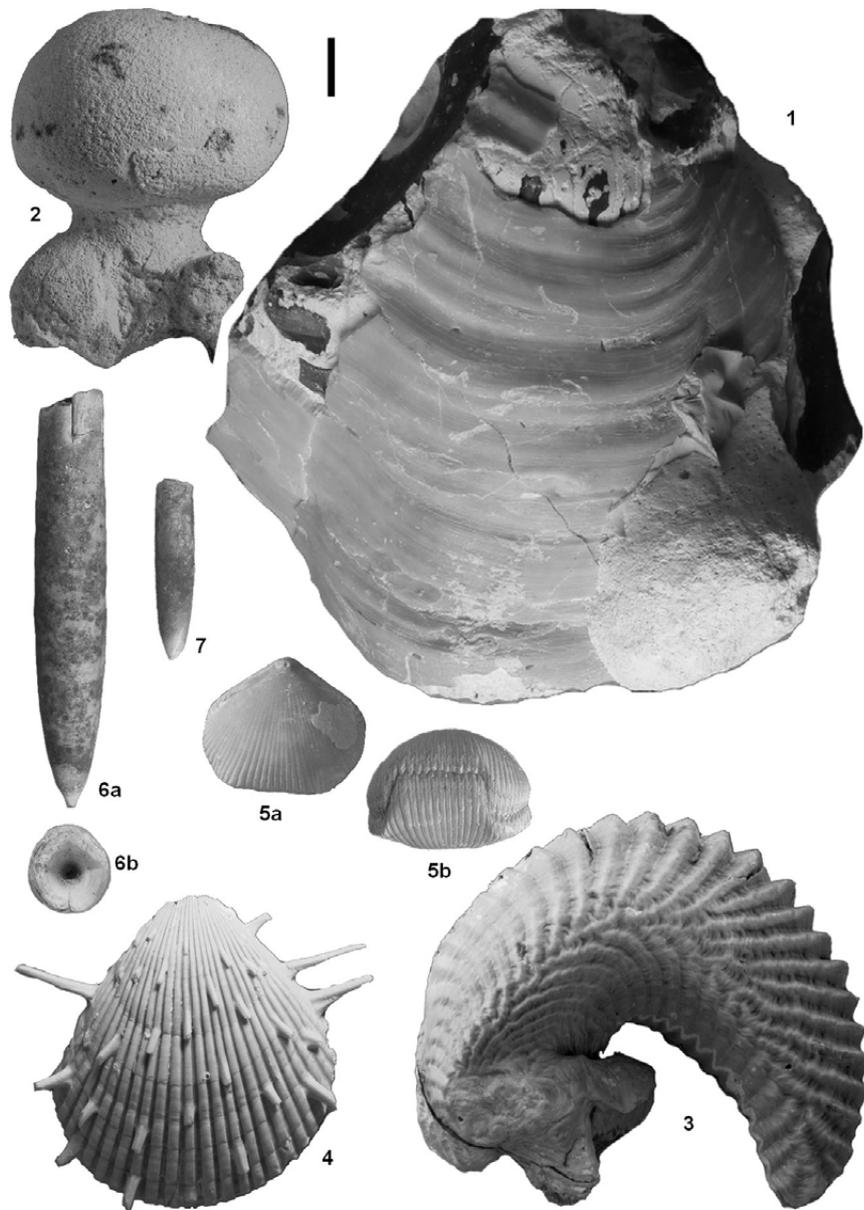


PLANCHE 3. Barre d'échelle : 1 cm

Fig. 1 – *Volviceramus* sp. cf. *involutus* (J. de C. SOWERBY, 1828) : Cherisy, vers 7 m / about 7 m.

Fig. 2 – *Siphonia decipiens* LAMOUREUX, 1861 ; éponge assez fréquente dans toute la succession. / *Sponge rather frequent through the succession.*

Fig. 3 – *Rastellum pectinata* (LAMARCK, 1810) ; Cherisy, non en place.

Fig. 4 – *Spondylus spinosus* (J. SOWERBY, 1814) ; Cherisy, non en place.

Fig. 5 – *Cretirhynchia plicatilis* (J. SOWERBY, 1816) ; a : vue dorsale de la valve brachiale ; vers l'avant on distingue le foramen de la valve pédonculaire ; b : vue frontale montrant le sinus subrectangulaire. Cherisy, non en place. / a : dorsal view of the brachial valve ; foramen can be seen on the pedicular valve, b : frontal view with a subrectangular brachial fold.

Fig. 6 – *Goniot euthis* cf. *granulataquadrata* (STOLLEY, 1897) ; a : rostre avec mucron à l'arrière et scissure ventrale côté antérieur ; b : pseudalvéole du phragmocône à section subcarrée, caractéristique de l'espèce. Cherisy, au mètre 24. / apex of the rostrum mucronate, a : ventral fissure at the anterior side ; b : pseudalveolus with a characteristic subquadrate section ; Cherisy, at 24 m.

Fig. 7 – *Actinocamax verus* MILLER, 1823 ; Cherisy, entre les mètres 17 et 18.5. / between 17 and 18.5 m.

été ajoutées à la Planche 3, quelques espèces assez fréquentes mais biostratigraphiquement peu significatives, tels un Spongiaire (*Siphonia*), une Rhynchonelle (*Cretirhynchia*), un Spondilide (*Spondylus*) et un Ostréide (*Rastellum*).

Un choix de l'ensemble des groupes, genres et espèces de la Collection Delugeard sera illustré dans une suite de 8 planches formant une contribution qui sera publiée dans le Bulletin annuel de l'Association Géologique Auboise (Matrion *et al.*, 2023).

## FOCUS SUR LE CRINOÏDE *MARSUPITES*, MARQUEUR DE LA FIN DU SANTONIEN

### Nomenclature

L'extinction du genre *Marsupites* marque la ligne-temps de la fin du Santonien, ce qui revient à dire que cette dernière commence également l'étage Campanien (Hancock & Gale, 1996). Le fossile ayant acquis une importance biostratigraphique mondiale, il est apparu indispensable de revenir sur quelques aspects historiques relatifs à ce genre de Crinoïde, connu essentiellement dans les faciès crayeux et qui a déjà fait l'objet de mises au point, entre autres de Sieverts (1927), Rasmussen (1961, 1978), Milsom *et al.* (1994) et, plus récemment avec Lach (2016) et Lach & Salamon (2016).

Rappelons la succession chronologique des apports

**1808** : James Parkinson (1755-1824) - chirurgien de son état, descripteur ou « inventeur » de la maladie qui porte son nom et, en même temps, très intéressé par la géologie et remarquable paléontologiste – publie le tome 2 (1808) de son ouvrage « Organic remains of a former world ». Il y décrit dans sa « Letter XXII » p. 226, un crinoïde particulier, sans pédoncule, en forme de bourse qu'il nomme la « Tortoise Encrinite » ou encrine à plaques ressemblant à celles d'une tortue, comme figurée dans sa Planche XIII, figure 24. Avec la remarque que le dessin est à l'envers et devrait apparaître « *purse at the bottom... as description of Mr Donovan* ». Il y a peu d'information sur ce dernier personnage sauf qu'il existait un « Museum of Mr Donovan » (p. 223) dans lequel était présenté un « Tortoise Asterio Encrinus » (p. 227). Parkinson rappelle également (p. 225) que Lister décrit, dans son « Radices Entrochorum », Philosophical Transaction n° 100, February 1674, « *a pentagonus plate embossed with angles...* ». Toutefois, Bather, en 1889, pense que la plaque figurée représenterait celle d'un crinoïde du Carbonifère. Mais, plus loin, Lister ajoute que cette plaque « *... completes the marsupial form belonging to this animal* ». L'utilisation du terme « marsupial » correspondrait donc plutôt au fossile qui sera nommé plus tard *Marsupites*. C'est probablement de cette ancienne comparaison avec une morphologie « marsupiale » proposée par Lister qu'est originaire le nom de genre.

**1820** : Ernst Friedrich Freiherr von Schlotheim (1764-1832), éminent paléontologiste au-delà de sa fonction officielle

de président du tribunal de Gotha, le premier à utiliser le système binominal en Allemagne, décrit un fossile apparemment semblable sous le nom de *Fungites testudinarius* (non figuré ?) ou *Encrinites testudinarius* ? Il connaît pourtant l'existence du nom de genre *Marsupites*.

**1821** : Gideon Algeon Mantell (1790-1852), obstétricien de métier mais aussi géologue et paléontologue, est en train de terminer son ouvrage « The fossils of the South Downs » où il décrit et figure un fossile en forme de bourse marsupiale (« marsupial purse ») sous le nom de « marsupite ». Il prête son manuscrit à J.S. Miller qui, lui-même, est en voie de publication de sa « Natural History of the Crinoidea ».

**1821** : L'ouvrage de John Samuel Miller (1779-1830) est publié et contient la description du genre *Marsupites* Miller et la figuration de l'espèce *Marsupites ornatus* Miller. Il remarque que les calices trouvés dans la craie n'ont plus les bras formés d'articles que l'animal devait avoir de son vivant et écrit (p. 135) : « *...in this mutilated state somewhat resembling a purse, induced Mr Mantell to give it the name Marsupites, from the latin. I think this name so well chosen that I have taken the liberty to adopt it.* ». Ainsi il nomme le genre (p. 134) : « *Marsupites, or the Purse-like Animals* » et commence sa description par (p. 136) « *A marsupial animal having...* ». Il nomme ensuite l'espèce *Marsupites ornatus* Miller (p. 137) : « *ornamented Purse-like animal...* » qui sera ensuite mis en synonymie avec *testudinarius* par Sieverts (1927).

**1822** : Publication de l'ouvrage de G. Mantell « The fossils of the South Downs » où est figuré et décrit *Marsupites milleri* Mantell (Pl. XII, figs 6-9, 13-15), reconnaissant ainsi que son ami Miller « *has adopted the name [Marsupites] by which I have been accustomed to distinguish it.* ». Miller avait effectivement vu et lu la description de ce fossile dans le manuscrit prêté.

Puis, successivement, sont créés :

**1823** : « *Marsupites mantelli* » par Alexandre Brongniart

**1824** : « *Marsupites (Sitularia) trianguliformis* » par G. Cumberland

**1830** : « *Marsupiocrinites* » par de Blainville, émendation de *Marsupites* Mantell, 1821

**1839** : « *Marsupiocrinites* » par Phillips, pour une forme du Silurien

**1850** : « *Marsupites lævigatus* » par E. Forbes (*in* Dixon, 1850) qui utilise également deux autres taxons : *M. milleri* et *M. ornatus*

**1889** : Francis Arthur Bather (1863-1934) constate que le statut nomenclatural de « *Marsupites testudinarius* von Schlotheim » est assez embrouillé et il élabore une assez longue liste de synonymies, avec citation des ouvrages ayant figuré l'espèce. Cette note fait toujours référence.

**1911** : « *Marsupites americanus* » par Springer

**1917** : « *Marsupites testudinarius* var. *ornata* » par Valette

**1927** : toutes les espèces et variétés nommées de la craie sont mises en synonymie, par Sieverts, avec *Marsupites testudinarius*.

Pour clore, retenons les appellations valides :

- ✧ pour l'espèce : *testudinarius* von Schlotheim 1820 (sous le nom de genre *Encrinites*, nom non valide car déjà utilisé pour un autre groupe),
- ✧ pour le genre : *Marsupites* Miller 1821 (nom de genre valide mais le nom d'espèce *ornatus* n'est pas valide puisque synonyme et ultérieur à *testudinarius*)
- ✧ *Marsupites testudinarius* (von Schlotheim, 1820) est donc l'écriture valide.

### Mode de vie

Pour les individus adultes de *Marsupites*, des modes de vie pélagique, nectonique, pseudoplanctonique ont été envisagés par divers auteurs (Carpenter, 1866, Bather, 1896 ; Springer, 1901 ; Schuchert, 1904 et d'autres) mais il ne s'est pas manifesté de consensus sur l'un ou l'autre mode de vie. Quant à la dispersion de l'espèce il a parfois été suggéré un stade larvaire planctotrophique assez long pour permettre une large distribution géographique.

Au terme de la discussion de ces questions, Milsom *et al.* (1994, fig. 3) proposent un mode de vie avec le calice enfoncé dans un substratum sédimentaire fin, comme devait se présenter le fond marin à l'époque de la « mer de la craie », ce qui paraît très valable.

D'autant que cette interprétation rappelle ce qu'en disait Alcide d'Orbigny en 1851, dans son « Cours élémentaire » p. 135-136 : « les Crinoïdes, qu'ils soient libres ou fixés, se tiennent la bouche en haut, les bras étendus, pour attendre leur proie [...]. Chez les genres *Saccocoma* et *Marsupites*, que nous regardons encore comme des Crinoïdes, la saillie de leur calice globuliforme s'oppose à ce qu'il puisse être en dessus dans la reptation, nous devons donc croire que cette disposition particulière était propre à vivre sur les sédiments fins où les autres Crinoïdes ne pouvaient se fixer. Là, le calice enfoncé dans le sable\* ou l'argile, ils déployaient probablement leurs bras comme ceux des Crinoïdes [...] et disposés de manière à ce que leur corps bulbiforme s'enfonce dans les sédiments fins. »

\*Non souligné dans le texte original

### Répartition géographique en France

Au XIX<sup>e</sup> siècle et au début du XX<sup>e</sup> la présence de *Marsupites* a été signalée de nombreuses fois, surtout dans le quart nord-ouest de la France, spécialement dans les faciès crayeux entre le Pays de Caux et la Touraine. En voici quelques exemples par région.

Pour le pays de Caux, la Seine-Maritime, les alentours de Dieppe : d'Orbigny (1850 : Prodrôme II, p. 275), de Grossouvre (1901 : Recherches sur la craie supérieure), Leriche (1905), Janet (1906), Filliozat (1906), Bignot & Ebrahimzadeh-Assadian (1970 : *Marsupites* au cap d'Ailly), Cottard (1989 : *Offaster* au cap d'Ailly), Bignot *et al.*, 1993 : *Offaster*

*pilula* au cap d'Ailly). Dans cette dernière note, les auteurs proposent qu'une partie de la falaise de craie au cap d'Ailly puisse constituer une référence régionale pour la limite Santonien-Campanien en prenant en considération que de la craie à *Marsupites* a été repérée dans l'ancienne carrière des Craquelins (écroulée en mer depuis) située vers le milieu de la falaise, surmontée par de la craie à *Offaster*. Le problème est que cette succession, bien que visible à la jumelle, n'est pas accessible par des moyens simples.

Pour la région de Rouen et le département de l'Eure : Follet (1956, 1959).

Pour le nord de la France : Gosselet (1885, 1899), Leriche (1905), Bardou (1905, 1906 : région du Santerre).

Pour la région de Chartres, le département d'Eure-et-Loir et les alentours de Dreux : de Grossouvre (1892 ; 1901), Leriche (1905), Filliozat (1906), Robaszynski & Delugeard (1995 : Symposium de Bruxelles).

Pour la région de Vendôme et la Touraine : de Grossouvre (1901), Leriche (1905), Filliozat (1906 et 1910, *Uintacrinus*).

Pour l'est du bassin de Paris : relativement à la position de la limite Santonien-Campanien, une ou plusieurs des macrofaunes caractéristiques de la transition entre les deux étages, en particulier *Micraster coranguinum*, *Marsupites*, *Offaster* et *Goniot euthis*, ont été signalées dans la craie de l'Yonne dès le XIX<sup>e</sup> siècle par Hébert (1863, 1866), puis Lambert (1878, 1879, 1882), reprises par de Grossouvre (1901) et complétées par Huré (1908) et Valette (1908).

Ces observations ont été confirmées plus récemment dans la région de Sens par Mortimore & Pomerol (1987, p. 126-127) avec la découverte de *Uintacrinus socialis* à Villenotte près de Sens, de *Marsupites*, *Offaster* et *Goniot euthis* à Saint-Martin-du-Tertre.

D'autres récoltes ont été menées dans l'Aube par des membres de l'Association Géologique Auboise : présence de *Marsupites* à Romilly-sur-Seine (Fricot, 1980, 1982 a et b) et d'*Offaster* à Ossey-les-trois-maisons (Fricot, 1981).

Pour la région de Constantine en Algérie avec Péron (1898 : Bull. Soc. géol. Fr., 26, p. 510).

### La « zone à Marsupites »

Après plusieurs séjours sur le terrain en Angleterre en vue de la préparation de sa thèse sur le Crétacé supérieur de ce pays, Charles Barrois, en tant que membre de la Société géologique du Nord nouvellement créée par son maître Jules Gosselet, présentait au cours de la séance du 18 mars 1875, un état de la succession des « zones » par lui reconnues lors de ses explorations. Il divisait alors la « craie blanche » du sud de l'Angleterre en trois « assises » A, B et C avec les dénominations suivantes, soit du haut vers le bas (Figure 15).

assise C	Assise de Studland Bay à <i>Belemnitella mucronata</i> ...
assise B	Zone de Brighton à <i>Marsupites</i> ... Zone de Beachy-Head à <i>Micraster coranguinum</i>
assise A	Zone de Stockbridge à <i>Micraster cortestudinarium</i> Zone de Stapleford à <i>Micraster breviporus</i> (Chalk Rock)

Fig. 15.- Tableau des divisions de la craie blanche des côtes méridionales de l'Angleterre en trois « assises » A, B, C, selon Charles Barrois, 1875.  
Fig. 15.- Table of the white chalk divisions in the southern coast of England into three parts, following Charles Barrois, 1875.

La base paléontologique de cette succession se réfère à celle établie antérieurement en France, dans le bassin de Paris par Hébert, un autre de ses maîtres. À ce propos, Barrois écrit « ... la craie d'Angleterre présente une succession de faunes différentes, ou de zones paléontologiques distinctes, entièrement comparables à celles que M. Hébert a reconnues dans le bassin de Paris », sauf qu'entre la craie à Bélemnites et celles à Micrasters d'Hébert, il intercale la craie à *Marsupites* de Brighton. L'année suivante, en 1876, date de la publication de sa thèse sur le Crétacé de l'Angleterre dans les Mémoires de la Société géologique du Nord, toujours en séance pendant une réunion de ladite Société, Barrois corrobore les subdivisions adoptées en retenant uniquement cette fois les caractères paléontologiques. Le tableau des divisions devient comme ci-après (Figure 16), où le *Marsupites* tient une position significative en tant que marqueur d'« assise » et de zone.

"SÉNONIEN" (d'Orb., 1842)	Assise à Bélemnites	Zone à <i>Belemn. mucronata</i> seule niveau à <i>B. mucronata</i> seule niveau à <i>B. mucr.</i> + <i>B. quadrata</i>	CAMPANIEN
	Assise à <i>Marsupites</i>	Zone à <i>Marsupites ornatus</i>	SANTONIEN
	Assise à Micrasters	Zone à <i>Micraster coranguinum</i>	CONIACIEN
Zone à <i>Micraster cortestudinarium</i>			
TURONIEN		Zone à <i>Holaster planus</i> Zone à <i>Terebratulina gracilis</i> Zone à <i>Inoceramus labiatus</i>	TURONIEN

Fig. 16.- Subdivision des craies du Turonien-Sénonien dans le bassin anglo-parisien en zones paléontologiques. Le *Marsupites* y devient un marqueur de zone entre les assises de craies à Micrasters et celles à Bélemnites ; selon Barrois, 1876.

Fig. 16.- Subdivision of the Turonian-Senonian chalks of the Anglo-Paris basin in macrofossil zones. *Marsupites* becomes a zonal marker between the *Micraster* chalks and the *Belemnitella* chalks ; after Barrois, 1876.

Dans le mémoire récapitulant ses « Recherches sur le terrain crétacé supérieur de l'Angleterre et de l'Irlande », Barrois (1876) décrit sa « Zone à *Marsupites* » comme une craie blanche, tendre, à silex légèrement zonés, en bancs distants d'environ 2 m, avec une faune associée où sont remarqués (p. 135) *Micraster coranguinum*, *Echinoconus conicus*, *Belemnitella merceyi*, *Ammonites leptophyllus*, *Belemnites verus*. Il définit cette zone selon plusieurs caractères (p. 21) :

« J'appelle ce niveau zone à *marsupites* parce que ces crinoïdes y sont très répandus en Angleterre et que je n'en ai jamais rencontré à un autre niveau. La zone à *marsupites* correspond à la partie supérieure à silex cariés, et ma zone à *Micraster coranguinum* à la partie inférieure à silex zonés de la craie à *Micraster coranguinum* de M. Hébert »

Remarque. Il faut comprendre la « zone à *marsupites* » de Barrois (1876) dans un concept très large (« broad concept » in Mortimore *et al.*, 2001, p. 212). En effet, dans les falaises près de Brighton par exemple, Barrois affirme que « La zone à *Marsupites* en cette région a plus de 100 m, elle forme seule toutes les falaises jusqu'à Brighton » alors que des récoltes et des métrages ultérieurs montrent qu'à Brighton, ou à Thanet, ou encore à Cuckmere-Seaford, les *Marsupites* ne se trouvent que dans une bande ou horizon de craie de 8 à 12 m d'épaisseur, atteignant au maximum 23 m à Flamborough dans la province nord (selon Mortimore *et al.* 2001, p. 212 ; déjà noté par Rowe, 1900 ; et vérifié plus récemment par Hampton *et al.*, 2007).

Il reste que Barrois aura été l'un des premiers à mettre en valeur un événement biologique relativement court, un bio-événement ou « bioevent » dans la littérature actuelle, pour marquer une limite entre, ici, deux périodes biologiques : les « craies à Micrasters » en dessous et les « craies à Bélemnites » au-dessus. Ce concept sera largement déployé beaucoup plus tard, par exemple dans la « stratigraphie événementielle » ou « event stratigraphy » prônée par Ernst (1963) puis par Ernst *et al.* (1979, 1983) et leurs écoles, et qui repose sur la caractérisation d'un « événement » - qu'il soit de nature biologique (apparition, extinction, acmé, « bloom », ou de nature physique (marne détritique, cendres volcaniques, pic d'isotope stable etc.) ou autre, dont la particularité essentielle, en plus d'être relativement court dans le temps, est d'être isochrone, ce qui permet de soutenir des corrélations temporelles à grande distance.

C'est un quart de siècle plus tard par rapport à Barrois que de Grossouvre (1901), dans la grande synthèse sur ses « Recherches sur la craie supérieure », suggère que la zone à *Marsupites* pourrait être un horizon dont le sommet définirait la limite entre les étages Santonien et Campanien. Ultérieurement, ce concept sera largement accepté et repris au terme des Symposiums sur la limite des étages crétacés, d'abord à Copenhague (Birkelund *et al.*, 1984) puis à Bruxelles (Hancock & Gale, 1996) où il a été présenté officiellement.

### ZOOM SUR PILLULA VERSUS PILULA. QUELLE HISTOIRE CHEZ OFFASTER !

Tout d'abord, en français, la graphie moderne « pilule » est usitée depuis 1560 pour désigner « un petit corps rond ». Ce terme « pilule » est issu du latin *pilula* (en allemand Pille, en anglais pill), mais Alain Rey (2016) signale l'existence de la graphie « pillule » en 1314. À quoi pouvait donc se référer notre

illustre paléontologiste DE LAMARCK, quand, en 1816, il a nommé un petit oursin fossile extrait de la craie de la région de Beauvais « l'ananchite pillule » ou « *Ananchites pillula* ». Dénomination que, pendant près d'un siècle et demi on a écrit « *pilula* », contrevenant ainsi aux lois de priorité ! Pour tenter de comprendre cette étrangeté, voire bizarrerie, nous allons suivre quelques étapes du parcours de ce nom d'espèce.

**1816** - DE LAMARCK Jean-Baptiste : *Ananchytes pillula*, in Histoire des animaux sans vertèbres, 1<sup>re</sup> Édition, 3, p. 27, n° 11 (On peut se poser une première question : pourquoi de Lamarck utilise-t-il une graphie désuète ?).

**1824** - EUDES-DESLONGCHAMPS Eugène : *Ananchytes pillula*, in Encyclopédie Méthodique, 2, p. 64, n° 11.

**1837** - DES MOULINS Charles : *Spatangus pillula*, in Études sur les Échinodermes, p. 406, n° 50.

**1840** - DESHAYES Gérard & MILNE-EDWARDS Henri : *Ananchytes pilulla*, in DE LAMARCK, Histoire des animaux sans vertèbres, 2<sup>e</sup> Édition, 3, p. 319, n° 11 (Deuxième question : pourquoi un double l... cette fois à la troisième syllabe ?).

**1847** - AGASSIZ Louis & DESOR Édouard : *Ananchytes pillula*, in Catalogue raisonné, p. 135.

**1850** - d'ORBIGNY Alcide : *Holaster pillula* (Holaster : Agassiz), n° 1166 in : Prodrome de Paléontologie stratigraphique.

**1852** - FORBES Edward : *Ananchytes (Holaster) pilula* pars, in Memoir of the Geological Survey, Decade 4, pl. 8, fig. 5-9.

**1853** - d'ORBIGNY Alcide : *Cardiaster pilula*, d'Orb., 1853, Paléontologie française, Terrains crétacés, Échinodermes, t. 6, p. 126, pl. 824, 1-10, qui réfère à

« *Ananchytes pilula*, Lamarck, 1816, Animaux sans vertèbres

*Ananchytes pilula*, Deslongchamps, 1824

*Spatangus pilula* Des Moullins, 1837

*Holaster pilula*, Agassiz & Desor, 1847

*Ananchytes pilula*, Forbes, 1852 »

(Troisième question : pourquoi d'Orbigny modifierait-il toutes les graphies « *pillula* » des auteurs antérieurs pour les remplacer par « *pilula* » ? Ne serait-ce pas, en réalité, une intervention de Gustave Cotteau ? Près d'Auxerre, Cotteau est Juge au Tribunal civil de Coulommiers, mais aussi paléontologiste, renommé pour sa connaissance des Échinodermes - et des Échinides en particulier, qui deviendra le continuateur désigné de la « Paléontologie Française » initiée par d'Orbigny. Aurait-il revu et modifié le Texte (1853-1855) et l'Atlas (1854-1860) du tome VI de la Paléontologie Française ou aurait-il incité d'Orbigny à effectuer ou à accepter le changement de graphie ? Car c'est bien Cotteau qui, après le décès de d'Orbigny en 1857, rédigea le texte relatif aux Échinides du tome VII et en réalisa l'Atlas (1862-1867). Toujours est-il que c'est après Forbes (1852) et après la publication du tome VI de la « Paléontologie Française » (1853) - qui devait représenter une référence d'autorité dans le monde paléonto-

logique de l'époque - que l'usage s'est répandu pendant près d'un siècle et demi de l'écriture de « *pilula* »... sauf Desor qui, on ne sait pourquoi, ajoute une majuscule !

**1858** - DESOR Henri : *Offaster Pilula* (*Offaster* Desor, n. gen., de *offa* : petite boule, in Desor, Synopsis des échinides fossiles). Desor se réfère à « *Cardiaster Pilula* d'Orb. » (sauf que d'Orbigny ne l'a jamais écrit avec une majuscule et n'a pas créé l'espèce !).

C'est plus récemment que la graphie originelle « *pillula* » a été reprise avec raison par Gale (2017, 2019).

## DISTRIBUTION VERTICALE DES MICROFOSSILES FORAMINIFÈRES

La méthode de préparation des échantillons crayeux de Cherisy a fourni de nombreux foraminifères en majorité benthiques, quoique les formes planctoniques ne soient pas rares et même parfois abondantes à certains niveaux. Parmi les foraminifères benthiques, de nombreuses espèces ont une distribution verticale couvrant tout le temps représenté par l'épaisseur des craies exploitées, comme par exemple les espèces *Verneuillina muensteri* (Reuss), *Loxostomum eleyi* (Cushman), *Reussella kelleri* (Vassilenko)/*cushmani*, *Gavelinella thalmani* (Brotzen), *Vaginulinopsis scalariformis* Porthault, *Neoflabellina* spp. et d'autres encore. En revanche, une trentaine de taxons ont un intérêt stratigraphique évident du fait d'une distribution verticale restreinte.

Ces caractéristiques avaient permis à Christian Monciardini, micropaléontologiste dans le service de biostratigraphie du Bureau de Recherches Géologiques et Minières à Orléans, de subdiviser les craies blanches « sénoniennes » du bassin de Paris en une dizaine de zones (a à j) utilisables pour justifier des contours stratigraphiques à l'époque de la réalisation de la cartographie géologique des feuilles au 1/ 50 000 couvrant le bassin de Paris. Un tableau récapitulatif de ses résultats a été présenté dans la « Synthèse géologique du bassin de Paris » publiée à l'occasion du Congrès Géologique International de Paris (Monciardini, 1980) et, plus tard, adapté à la feuille de Dreux (Monciardini, 1994).

Pour ce qui concerne Cherisy, on s'attachera ici à examiner des espèces appartenant à trois groupes : les **Stensioéines**, les **Gavelinelles** et les **Bolivinoïdes** (Figure 17). Ces groupes seront ci-après l'objet de remarques relatives à leurs critères de distinction morphologique ainsi qu'à leur distribution verticale par rapport aux marqueurs macropaléontologiques récoltés sur la coupe et plus spécialement de *Micraster coranguinum/schroederi*, *Uintacrinus socialis*, *Marsupites testudinarius*, *Offaster pillula* ou encore de *Conulus albogalerus* et *Actinocamax verus* (Figure 18).

### Les Stensioéines

Les Stensioéines font partie, au niveau supragénérique du sous-ordre des *Rotaliina*, famille des *Gavelinellidae*, sous-fa-

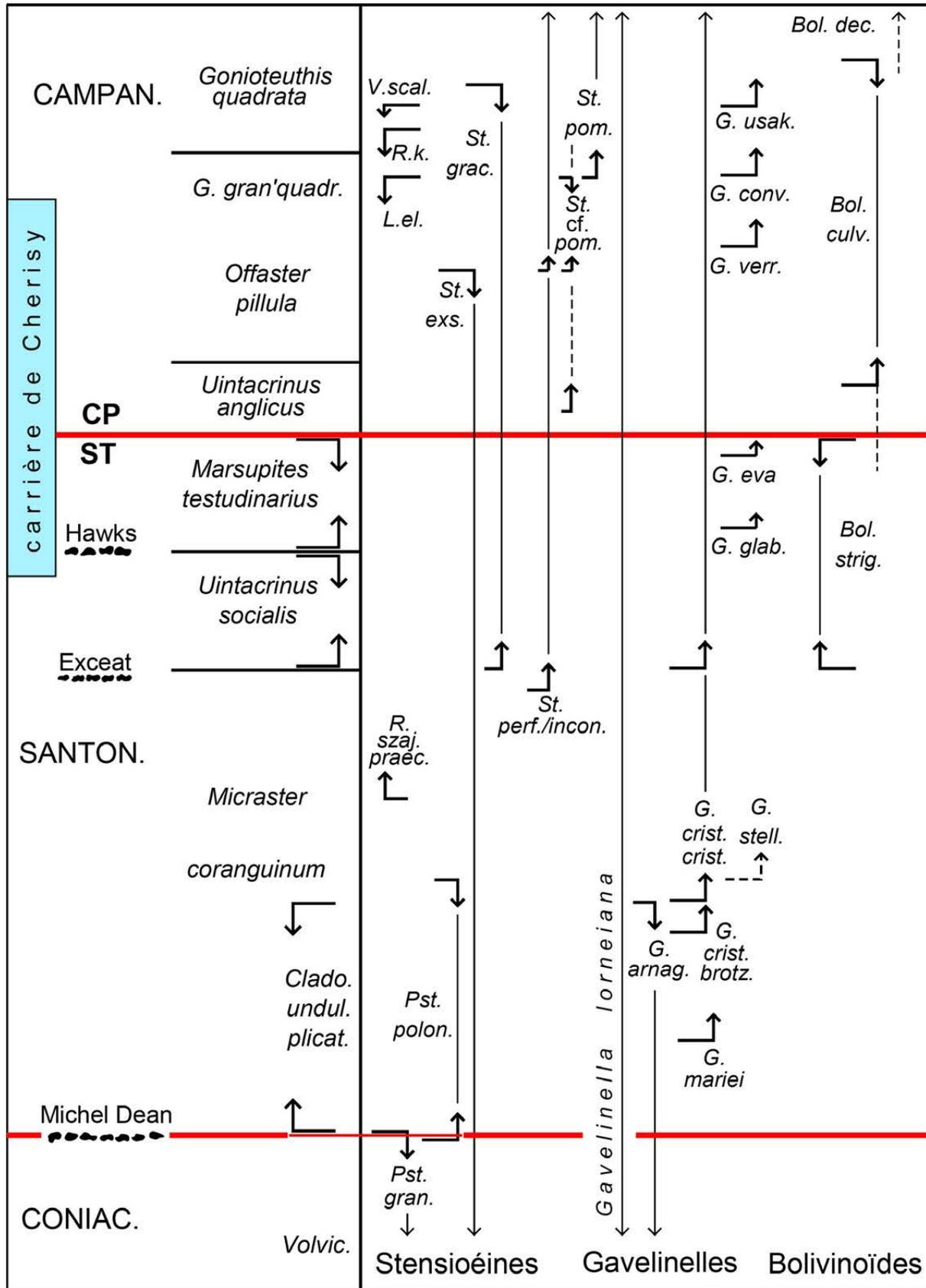


Fig. 17. - Distribution verticale des principaux marqueurs micropaléontologiques dont les Stensioéines, les Gavelinelles et les Bolivinoïdes en regard de la zonation macropaléontologique; avec la position de la carrière de Cherisy et celle de la limite Santonien-Campanien (selon Goel, 1965, Hampton *et al.*, 2007 et ce travail)  
 Fig. 17.- Vertical distribution of the main micropaeontological markers in front of the macrofossil zonation ; with the position of the Cherisy quarry and of the Santonian-Campanian boundary (after Goel, 1965, Hampton *et al.*, 2007 and this work)

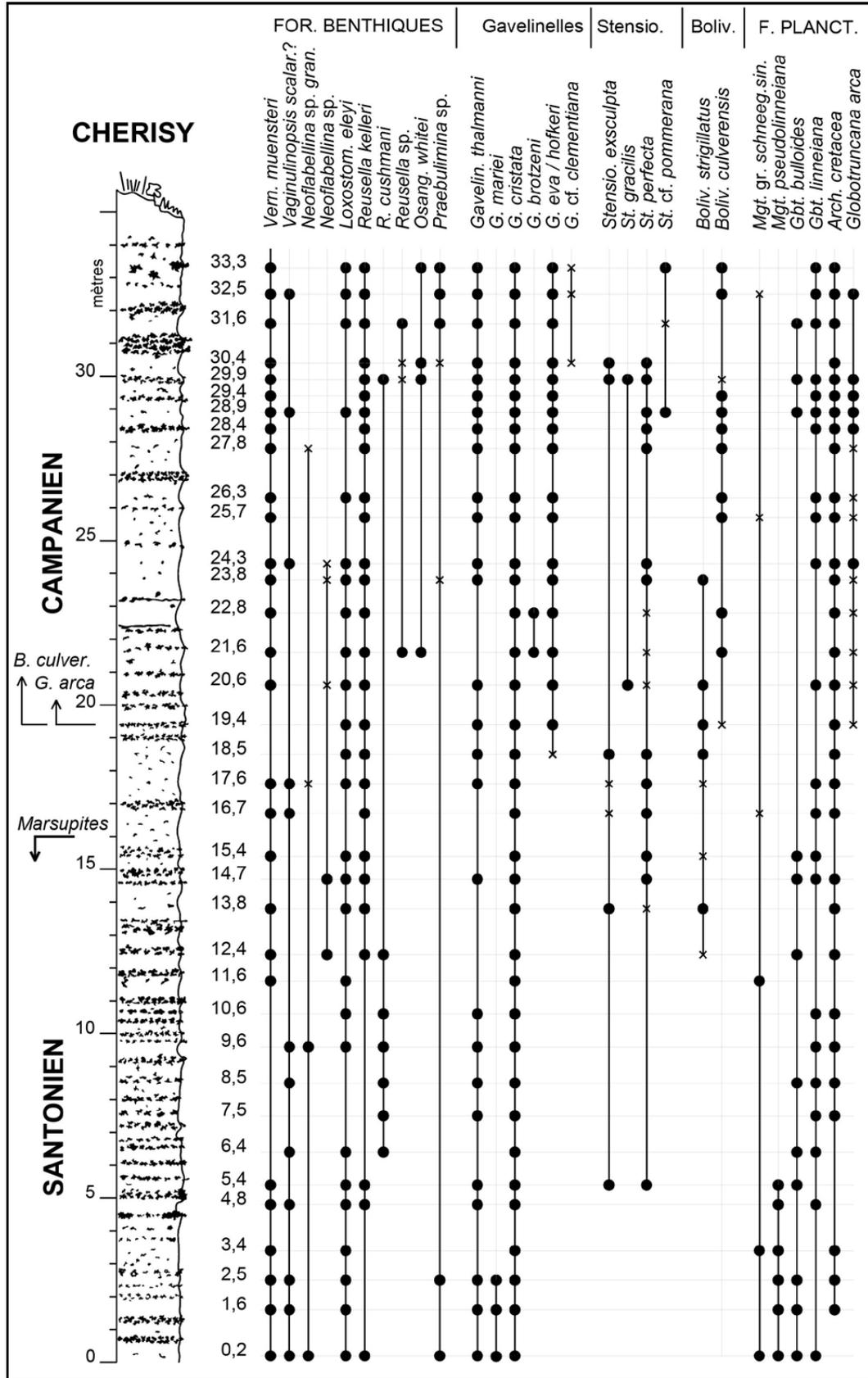


Fig. 18.- Distribution verticale des principales espèces de Foraminifères benthiques et planctoniques dégagés des craies de Cherisy, position des derniers *Marsupites* (Santonien terminal) et des apparitions de *Bolivinoïdes culverensis* et *Globo truncana arca* (Campanien basal)  
Fig. 18.- Vertical distribution of the main species of benthic and planktonic foraminifera in the chalks of Cherisy; and position of last *Marsupites* (top Santonian) and of the first *B. culverensis* and *G. arca* (basal Campanian)

mille des *Gyroidinoidinae* (Loeblich & Tappan, 1987). Le groupe apparaît dès le Turonien inférieur dans les faciès crayeux de l'Europe orientale (Vassilenko, 1961). Plus vers l'ouest, dans le bassin de Paris (Robaszynski, 1979) et dans le Kent (Bailey, 1978), les Stensioéines ne deviennent fréquentes qu'à partir du Coniacien et acquièrent un profil plano-convexe caractéristique avec des ornements variés.

Dans les contributions à la connaissance des Stensioéines, il y a lieu de remarquer, entre autres, celles de Hofker (1957), Vassilenko (1961), Trümper (1968), Koch (1977) et surtout les travaux récents de Dubicka & Peryt (2014).

Suivant cette dernière contribution, les Stensioéines pourraient être divisées en deux genres : *Protostensioeina* et *Stensioeina*.

Le genre *Protostensioeina* Dubicka & Peryt, 2014, se développe du Turonien au Santonien. Les espèces se caractérisent par un test plan-convexe, à face spirale plane, ornementée à lisse. La variété de l'ornementation est à la base de la taxinomie des espèces qui sont illustrées dans les planches de l'article fondateur. Le stade final de l'évolution spécifique correspond à l'espèce *Protostensioeina polonica* (Witwicka, 1958), un excellent marqueur du début du Santonien.

Ce groupe de foraminifères n'est pas présent à Cherisy puisque les craies blanches n'y sont exposées qu'à partir de la zone à *Uintacrinus socialis*.

Le genre *Stensioeina* Brotzen, 1936 est connu du Coniacien au Maastrichtien. Les espèces présentent un test plan-convexe à bord anguleux, à face spirale ornementée d'un réseau en relief formé par les sutures des loges, compliqué de costules et de nodules. On y distingue les « Stensioéines minces » correspondant à la lignée de *Stensioeina exsculpta* (Reuss, 1860), aboutissant à *Stensioeina gracilis* Brotzen, 1945 ; et les « Stensioéines épaisses » avec *Stensioeina perfecta* Koch, passant par des intermédiaires à *Stensioeina pommerana* Brotzen, 1936.

On distingue ainsi plusieurs lignées dans les Stensioéines.

1. Les « Stensioéines minces » ou lignée *exsculpta*.

Probablement issues des Protostensioéines, elles ont un test peu épais, aplati, avec un ombilic ouvert ou partiellement couvert par des lèvres triangulaires (type X) ou par des excroissances onduleuses séparées par des rainures (type Y). Les types d'ornementation de la lignée *exsculpta* sont remarqués dès le Santonien élevé et au-dessus. On y sépare (Figure 19) :

*Stensioeina exsculpta* (Reuss, 1860), de la moitié supérieure du Coniacien au Santonien et jusqu'à la partie inférieure du Campanien, à face spirale plate, face ombilicale faiblement convexe, à ornementation X, profil à aspect trapézoïdal à un peu ovale (Fig. 19, 7-8)

*Stensioeina gracilis* Brotzen, 1945, apparaissant à la partie supérieure du Santonien et présente jusqu'à la partie inférieure du Campanien, début de la zone à *Goniot euthis*

*quadrata*, à test biconvexe à carène aiguë, face ombilicale à ornementation Y ; à la face spirale les sutures entre les loges sont en relief et réticulées ; le dernier tour de spire est en relief (Fig. 19, 9-10)

2. Les « Stensioéines épaisses » ou lignée *perfecta*.

Elles ont un test plan-convexe épais et un ombilic partiellement ou entièrement recouvert par des lèvres qui peuvent l'obstruer. Au Santonien inférieur les premiers représentants de la lignée ont des lèvres étroites qui couvrent partiellement l'ombilic. Du Santonien moyen au Campanien, les lèvres s'élargissent puis fusionnent en un bouchon. On distingue :

✧ *Stensioeina perfecta* Koch, 1977 (et *Stensioeina incondata* Koch, 1977 considérée parfois comme son synonyme) avec un test plan-convexe, élevé, à face spirale plate dont la partie centrale peut être surélevée, marquée par une ornementation très en relief avec des sutures en crête formant reticulum, une face ombilicale à sutures presque radiales, à surface lisse et bouchon central (Fig. 19, 11-12).

✧ *Stensioeina pommerana* Brotzen, 1936, à test plan-convexe, avec un côté ombilical très convexe à partie centrale aplatie et sutures courbes à subradiales, ombilic couvert par des lèvres larges et un bouchon central ; un côté spiral à sutures onduleuses en relief formant reticulum. L'espèce se développe durant tout le Campanien jusqu'au Maastrichtien (Fig. 19, 13-14).

Des formes intermédiaires à test épais existent entre *perfecta* et *pommerana*, elles ont été signalées en tant que « *Stensioeina* cf. *S. pommerana* » cf. Fig. 19, n° 15 (in Dubicka & Peryt, 2014 ; in Hampton et al. 2007) et *S. juvenilis* Hofker, 1957. Elles émergent dès le début du Campanien et peut-être dès la fin du Santonien.

Retenons qu'à Cherisy, la limite Santonien-Campanien se trouve au-dessus des apparitions de *Stensioeina gracilis* et de *Stensioeina perfecta* et en dessous de l'apparition des *Stensioeina pommerana* caractéristiques.

### Les Gavelinelles

Ce groupe de foraminifères benthiques est classé dans le sous-ordre des *Rotaliina*, famille des *Gavelinellidae*, sous-famille des *Gavelinellinae*. Les Gavelinelles ont un test enroulé en une trochospire basse, avec un dernier tour à 8-9 loges montrant généralement des sutures en relief entre les loges. L'ouverture est intério-marginale. La face spirale est parfois lisse mais présente le plus souvent une ornementation en relief dessinant un réseau constitué par les filets suturaux auxquels peuvent s'ajouter des nodosités et des costules plus ou moins nombreux.

Suivant les travaux de Dubicka & Peryt (2014), le genre *Gavelinella* peut être subdivisé en 5 lignées : celles de *vombensis*, *ammonoides*, *clementiana*, *pertusa* et *stelligera*. On n'envisagera ici que la lignée de *Gavelinella clementiana*, les

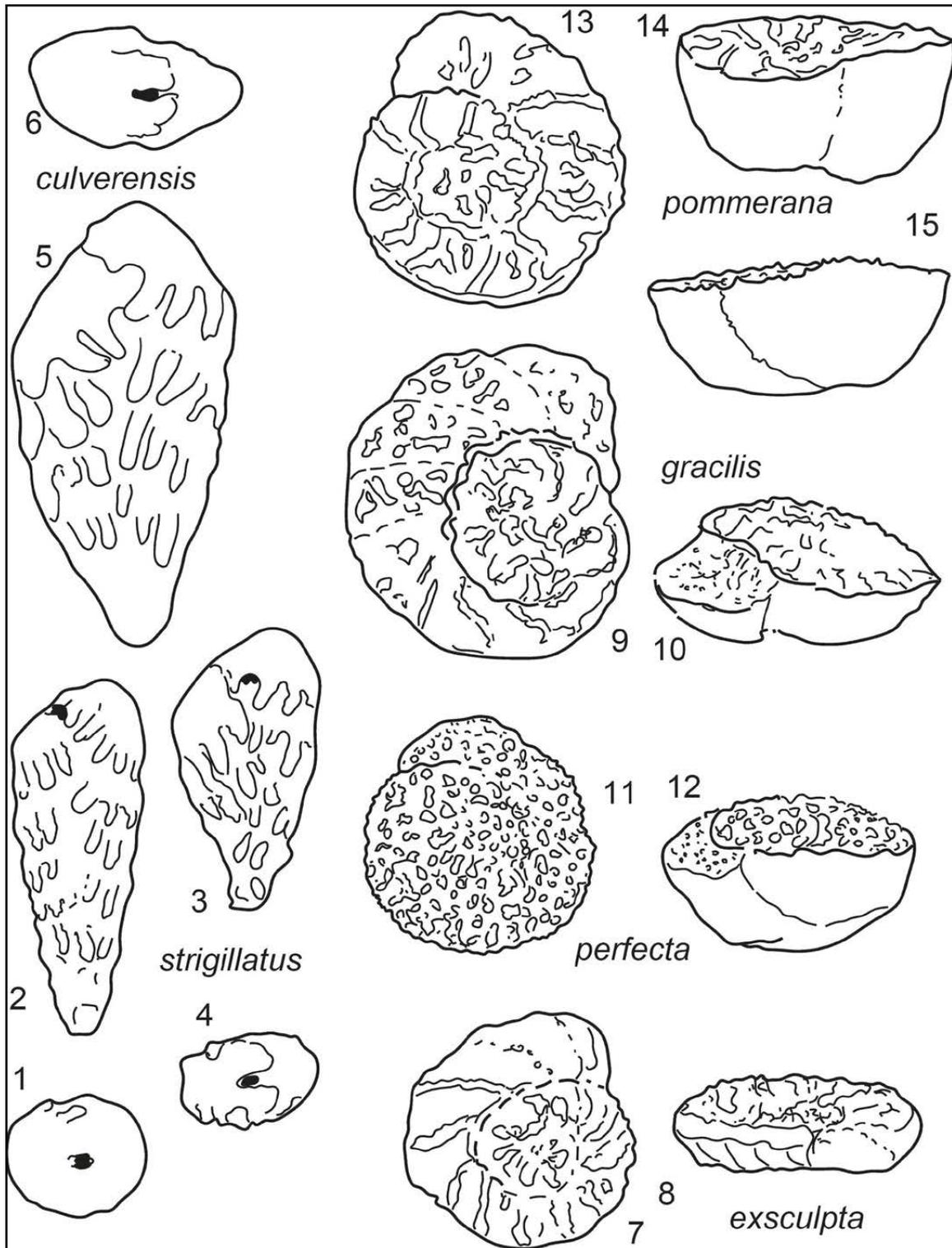


Fig. 19.- Allure des principaux foraminifères benthiques marqueurs

Fig. 19.- Aspect of the main marker benthic foraminifera

1-2 : *Bolivinooides strigillatus* (Chapman), after Koch, 1977, pl. 12, fig. 8 ; 0.57 mm, and pl. 12, fig. 7, 0.21 mm ; basal Campanian

3-4 : *Bolivinooides strigillatus*, after Barr, 1966, topotype, pl. 37, fig. 9 a-b, 0.30 mm, Santonian, *Marsupites* zone

5-6 : *Bolivinooides culverensis* Barr, after Barr, 1966-1967, holotype, pl. 37, fig. 1 a-b, 0.50 mm, Lower Campanian, *Actinocamax quadrata* zone

7-8 : *Stensioeina exsculpta* (Reuss), after Koch, 1977, pl. 11, fig. 9, 11, 0.41 mm, Lower Santonian

9-10 : *Stensioeina gracilis* Brotzen, after Koch, 1977, pl. 11, fig. 5, 6 ; 0.56 mm, Lower Campanian

11-12 : *Stensioeina granulata perfecta* Koch, 1977, after Koch, 1977, holotype, pl. 10, fig. 4 a-b, 0.40 mm, Upper Santonian

13-14 : *Stensioeina pommerana* Brotzen, after Koch, pl. 11 ; fig. 1, 3, 0.46 mm, Lower Maastrichtian

15 : *Stensioeina pommerana* Brotzen, after Hart *et al.*, 1989, pl. 7.24, 0.49 mm, Upper Campanian

autres étant peu ou pas représentées à Cherisy. Du Santonien au Campanien la lignée *clementiana* diversifie des morphologies variées dont tente de rendre compte la Figure 20. Basiquement, on a retenu les quatre « variétés » originelles de Marie (1941) fondées sur l'examen des faces spirales : *costata* (« costules en relief »), *rugosa* (« pustules coniques »), *typica* (« pustules et costules ») et *laevigata* (« dénué d'ornementation »). Toutes ces formes caractérisent la « craie à *Belemnitella mucronata* » d'âge Campanien « supérieur » et elles sont toutes plus jeunes que les Gavelinelles trouvées à Cherisy qui, elles, sont Santonien supérieur à Campanien basal (zones à *Marsupites* et à *Offaster*). La différenciation des « variétés » du genre *Gavelinella* (« *Discorbis* » in Marie, 1941) s'est effectuée dès le Santonien, ce qui apparaît à la Fig. 20 interprétée ci-après.

À partir, probablement, de *lorneiana* connue dès le Turonien (biconvexe, à ombilic vide, cf. Hart *et al.*, 1989), émergent au Santonien supérieur de nombreux morphotypes (définis et figurés in Goel, 1965, schématisés ici à la Figure 20) à face spirale aplatie, portant une ornementation de fines costules (*mariei*) donnant plusieurs rameaux : un rameau à ornementation de granules s'ajoutant aux costules (*hofkeri* puis *brotzeni*), un autre rameau moins ornementé (*glabra* puis *eva* et *verrucosa*) et un rameau où les granules, pustules et costules très nombreux forment un petit dôme central surélevé (*crinata*). Plus haut, dès le Campanien, à partir de ces formes à dôme central, se différencient des espèces à bouton central, toujours à la face spirale, avec *convexa* Edwards, *usakensis* Vassilenko, *trochus* Goel et enfin un rameau aboutissant aux formes très costulées (*clementiana costata* Marie et *clementiana typica* Marie) jusqu'à celles pratiquement lisses (*clementiana laevigata* Marie), tandis que *clementiana rugosa* pourrait être issue directement d'une morphologie granuleuse (comme *verrucosa* par exemple).

Bien qu'il y ait des passages progressifs d'une forme à l'autre, la limite Santonien-Campanien reste quand même toujours proche de l'apparition de morphotypes *convexa/usakensis*, à bouton proéminent à la face spirale.

### Les Bolivinoïdes

Ces foraminifères benthiques au test allongé ou à allure losangique sont classés dans le sous-ordre des Rotaliina, famille des Bolivinoïdidae (Loeblich & Tappan, 1987). Le test est bisérié, plus ou moins comprimé, allongé à rhomboïdal ; les loges sont alternantes, terminées par des digitations arrondies (« pustules », au nombre de 2-3 à 4-6 dans les formes évoluées. Les premiers morphotypes apparaissent au Santonien terminal, dans la zone à *Marsupites*. Il s'agit de *Bolivinoïdes strigillatus* (Chapman, 1892) : test allongé, à section subcirculaire, dont les dernières loges portent 2 à 3 pustules (Figure 19 ; 1-2, 3-4). Graduellement, au début du Campanien, dès la zone à *Offaster*, ces formes s'aplatissent, acquièrent des flancs d'aspect rhomboïdal, de section sublo-

sangique, à loge terminale portant 3-4 à 4-5 digitations ou pustules chez *culverensis* Barr, 1967 (Fig. 19, 5-6) qui est un intermédiaire pour passer, dès la partie moyenne du Campanien, à *Bolivinoïdes decoratus* Jones, 1886 à 5-6 pustules.

L'évolution et la spéciation des *Bolivinoïdes* a été largement étudiée et illustrée depuis la création du genre par Cushman en 1927. Dans les craies de l'Europe, outre la description précise des espèces, des tableaux évolutifs ont été produits depuis les années 1945 jusque dans notre XXI<sup>e</sup> siècle. On peut retenir principalement les contributions de Brotzen (1945), Hilterman & Koch (1950), Hofker (1952, 1955, 1957, 1958), Vassilenko (1961), Hilterman (1963), Goel (1965), Barr (1966), Koch (1977), Swiecicki (1980), Hart *et al.* (1989) et Dubicka & Peryt (2016).

L'ensemble des informations relatives aux *Bolivinoïdes* des craies blanches, au moins pour la partie moyenne et orientale de l'Europe, a été ré-examiné, actualisé et synthétisé en Pologne par Zofia Dubicka et Danuta Peryt en 2016. L'évolution de la lignée de *B. strigillatus* est particulièrement bien soutenue par les augmentations progressives de la taille et de la largeur du test : de la forme en gourdin de *B. strigillatus* à l'aspect losangique de *B. draco*, les étapes intermédiaires ont été dénommées spécifiquement avec, du plus ancien (Santonien terminal) au plus récent (Maastrichtien supérieur) sept espèces : *strigillatus* (Chapman, 1892), *culverensis* Barr, 1967, *decorata* (Jones, 1886), *miliaris* (Hilterman & Koch, 1950), *intermedia* Dubicka & Peryt, 2016, et parallèlement, *gigantea* Hilterman & Koch, 1950 et *draco* (Marsson, 1878).

À Cherisy, seuls les deux premiers termes ont été isolés : des *B. strigillatus*, rares mais bien caractérisés par leur allure subcylindrique, dès la zone à *Uintacrinus socialis* puis, après quelques intermédiaires, des *B. culverensis* bien typiques avec leur aspect aplati et leur section sublosangique, le nombre de lobes ou pustules portés par la loge finale augmentant de 2-3 (*strigillatus*) à 3-4 (*culverensis*). De la sorte, la limite Santonien-Campanien se place à l'articulation entre les deux morphotypes, ce qui en fait un jalon stratigraphique précieux de la fin du Santonien/début Campanien, ceci ayant pu être vérifié dans tout l'ouest européen : en Angleterre (cf. Hampton *et al.*, 2007), Allemagne (cf. Koch, 1977), Pologne (Dubicka & Peryt, 2016) etc.

### Les foraminifères planctoniques

Le nombre de foraminifères planctoniques issus des divers tris et séparations densimétriques des échantillons de Cherisy est de loin beaucoup plus faible que celui des foraminifères benthiques. De plus, par rapport à des échantillons provenant des bassins sédimentaires téthysiens, le nombre d'espèces et les variétés morphologiques dans les faciès crayeux sont également beaucoup moins nombreux.

Trois genres principaux sont représentés : *Archaeoglobigerina*, *Marginotruncana* et *Globotruncana*. Les deux premiers sont illustrés dans l'Atlas du Crétacé moyen (Robas-

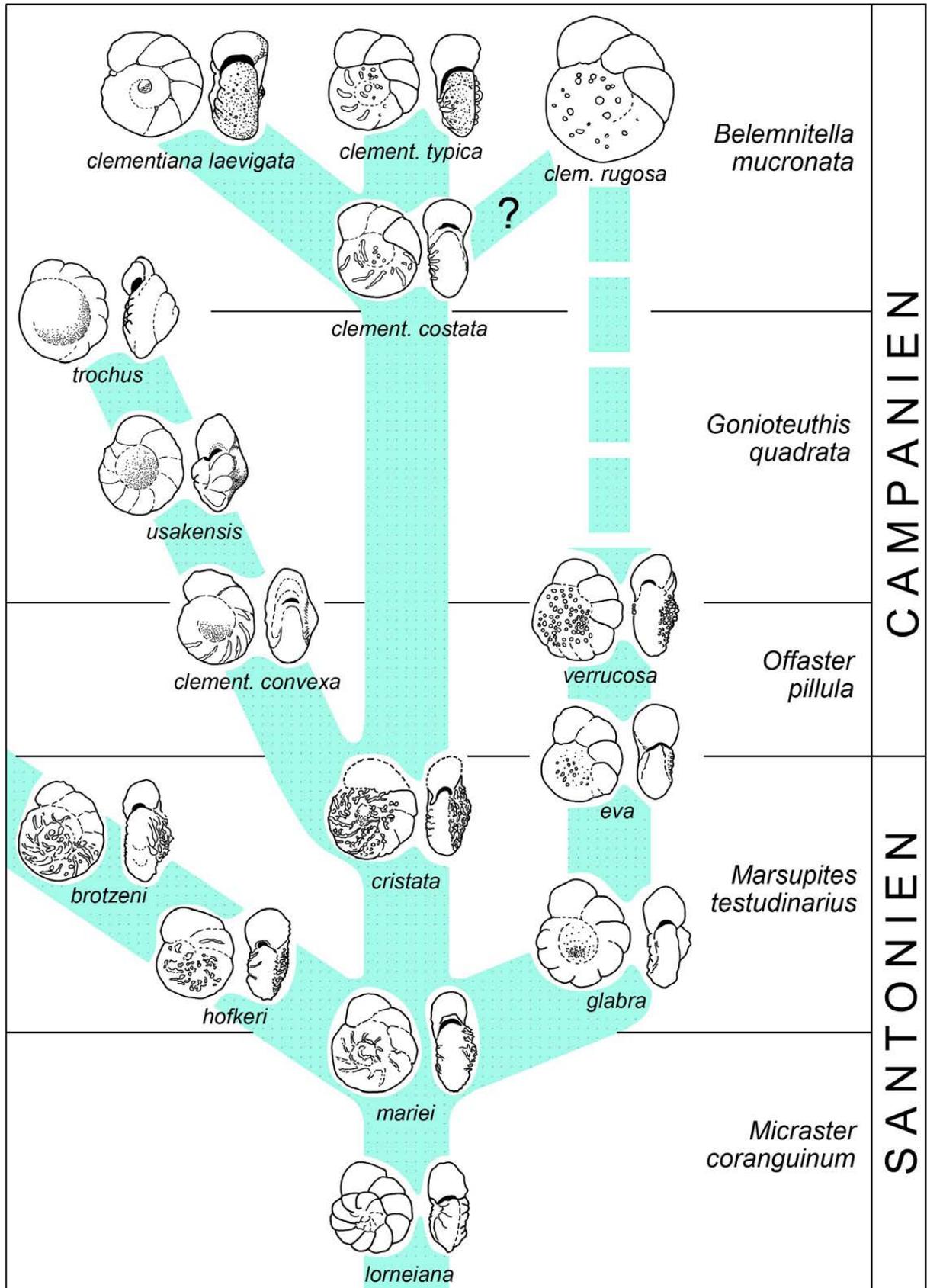


Fig. 20.- Diversification des morphologies dans la lignée de *Gavelinella clementiana*, depuis le Santonien jusqu'au Campanien, d'après les travaux et figurations de Marie (1941), Goel (1965), Edwards (1981), Hart & Swiecicki (1987), Watkins & Veltkamp (1994), Dubicka & Peryt (2014)  
 Fig. 20.- Diversification of various morphologies in the *Gavelinella clementiana* lineage from Santonian to Campanian, after authors.

zynski F., Caron M. & Groupe Européen des Foraminifères Planctoniques, 1979-2), et le troisième dans l'Atlas du Crétacé supérieur (Robaszynski *et al.* & Groupe Européen des Foraminifères Planctoniques, 1984)

#### Genre *Archaeoglobigerina*.

L'espèce *A. cretacea* (d'Orbigny, 1840), figurée in Robaszynski *et al.* (1984) montre un dernier tour à loges globuleuses, au profil presque symétrique, avec un large bandeau périphérique imperforé, limité par deux simples lignes de pustules. Distribution : du Coniacien moyen au Maastrichtien moyen.

#### Genre *Marginotruncana*

Les espèces sont fréquentes voire abondantes du Cénomaniens au Santonien. Au-dessus, elles laissent la place au genre *Globotruncana*. À la base de la carrière de Cherisy, à la fin des craies à *Micraster coranguinum*, on rencontre encore de rares *Marginotruncana* du groupe *schneegansi-sinuosa*, biconvexes aplaties avec une double carène serrée, ainsi que *Marginotruncana pseudolinneiana* Pessagno, 1967 à deux carènes séparées par un large bandeau carénal périphérique imperforé, avec une ouverture principale extraombilicale-ombilicale, ce qui la distingue de son homéomorphe *Globotruncana linneiana* (d'Orbigny, 1839) chez qui l'ouverture est nettement ombilicale.

Il y a aussi quelques *Marginotruncana marginata* (Reuss, 1845), à loges pétaloïdes, un peu globuleuses, à deux carènes espacées (qui évolueront plus haut vers *Globotruncana bulloides* Vogler, 1941).

#### Genre *Globotruncana*

Les espèces du genre montrent une trochospire plus ou moins haute, une ouverture principale ombilicale, un ombilic à tegilla, un profil à deux carènes nettes. On a distingué trois espèces :

✧ *Globotruncana bulloides* Vogler, 1941 : issue de *M. marginata* ; le test a un profil symétrique à deux carènes séparées par un large bandeau périphérique imperforé, des loges convexes, une ouverture ombilicale et un ombilic à tegilla. Distribution : Santonien supérieur à Maastrichtien inférieur.

✧ *Globotruncana linneiana* (d'Orbigny, 1839) : issue de *M. pseudolinneiana* ; le test est une trochospire basse, à face spirale plate, avec un profil presque symétrique, à deux carènes bien marquées, séparées par un large bandeau périphérique imperforé. De profil ou en coupe l'espèce apparaît comme une boîte à pilules très caractéristique (« pill-box »). Santonien à Maastrichtien inférieur.

✧ *Globotruncana arca* (Cushman, 1926) : probablement issue elle aussi de *M. pseudolinneiana* ; profil modérément biconvexe, presque symétrique, deux carènes séparées par un bandeau périphérique imperforé assez large et toujours

incliné vers le côté ombilical. Bien que les spécimens ne soient pas bien abondants, l'espèce est signalée régulièrement dans pratiquement tous les échantillons dès le niveau ayant livré les premiers *Offaster pillula* (éch. 19,4 m). Sachant que les derniers *Marsupites* viennent du niveau 16 m et les premiers *Offaster* du niveau 18,5 m, l'apparition de *Globotruncana arca* à 19,4 m semble bien s'effectuer au tout début du Campanien (et peut-être au Santonien tout à fait terminal ?). Campanien basal jusqu'au Maastrichtien.

## CONCLUSION

Sur la marge occidentale du bassin de Paris, non loin de Dreux, grâce à l'affleurement exceptionnel de 35 mètres de craies blanches à silex en continu à la carrière de Cherisy, on a pu localiser d'une manière précise la position de la limite Santonien-Campanien, cette limite étant rarement et aussi largement exposée.

Sur l'un des fronts métrés de la carrière, la disparition des *Marsupites testudinarius* marquant la fin du Santonien s'effectue au mètre 16,00 tandis que les premiers *Offaster pillula* sont notés à 18,50 m et soulignent le Campanien. Entre ces deux bioévénements nommant deux zones, et bien que le fossile n'ait pas été trouvé à Cherisy, l'intervalle 16-18,50 m pourrait être celui de la zone à *Uintacrinus anglicus* qui a été mise en évidence exactement à cet intervalle dans les falaises des côtes anglaises.

En plus d'être exceptionnels, les affleurements momentanés de Cherisy ont bénéficié de l'intervention quasi hebdomadaire, pendant plus d'une décennie, d'un amateur – notre troisième auteur, Daniel Delugeard – qui, patiemment, avec beaucoup de persévérance et une bonne dose d'obstination, voire d'opiniâtreté, a récolté la succession des « bons fossiles marqueurs » ainsi que la faune associée dans chaque ensemble lithologique. Décédé à la suite d'une « longue maladie », sa collection a été cédée selon ses vœux, à une association géologique. C'est maintenant l'« Association Géologique Aube » (AGA), sise à Troyes (Aube), qui en assure la gestion et la mise en valeur.

Dans cette collection figurent tous les fossiles marqueurs de zones, successivement *Micraster coranguinum/schroederi*, *Uintacrinus socialis*, *Marsupites testudinarius*, *Offaster pillula*, et *Goniotethis cf. granulataquadrata*, la limite Santonien-Campanien se situant à l'extinction des *Marsupites*, selon la recommandation exprimée lors du Symposium de Bruxelles sur la limite des étages crétacés en 1995.

En outre, la microfaune de foraminifères, essentiellement des formes benthiques avec quelques planctoniques, a pu être calibrée par rapport aux bio-événements macropaléontologiques. Trois groupes de foraminifères benthiques ont été pris en compte et ont fait l'objet de quelques commentaires : les Stensioéines, les Gavelinelles et les Bolivinoïdes. La transition Santonien-Campanien, calibrée avec les marqueurs

macrofaunistiques, correspond au passage de *Bolivinoïdes strigillatus* à *Bolivinoïdes culverensis*.

Des tableaux, figures et planches illustrent la contribution rédigée en hommage à Daniel Delugeard.

*N.B.* : Depuis une dizaine d'années, l'extraction de la craie blanche a été arrêtée à Cherisy et les bâtiments ont été cédés à un centre équestre. Selon une information de la mairie, les fronts ne seraient plus totalement accessibles.

### Remerciements

Le premier auteur ne peut pas, malheureusement, témoigner directement sa reconnaissance à feu l'ami Gérard Breton de l'avoir mis en contact avec Daniel Delugeard mais il sait que c'est grâce à lui que le projet a pu évoluer jusqu'à la rédaction de la présente contribution. Ensuite – et c'était encore dans les dernières années du XX<sup>e</sup> siècle – j'ai bénéficié, à la Faculté Polytechnique de Mons en Belgique, des interventions d'Hector Lagniau, technicien supérieur dans le Service de Géologie, pour la préparation des échantillons micropaléontologiques, d'Ariane Fiévez pour la dactylographie des textes préliminaires et de Flavia Venutti pour la réalisation d'une figure préparatoire de la distribution des macro- et microfossiles. Dans le présent, une relecture complète de la note a été assurée par Francis Amédéo et elle a été déterminante pour déceler les nombreuses incorrections qui subsistaient tant dans le texte que dans les figures et ses remarques constructives ont amélioré substantiellement l'ensemble, comme également celles des deux relecteurs qui ont su traquer les dernières incorrections.

Je n'oublie pas Edwige Delugeard, l'épouse de Daniel, qui, lors de mes séjours à Dreux a toujours fait preuve de sa grande hospitalité. Que toutes et tous veuillent bien accepter mes profonds remerciements.

Une mention spéciale est réservée à l'Association Géologique Audoise (AGA) qui, par son président Marc Thonon et son secrétaire général Claude Colleté, a accepté d'accueillir la belle collection de fossiles récoltée par Daniel Delugeard et a promis de la mettre en valeur dans une publication spéciale.

### BIBLIOGRAPHIE

- AGASSIZ L. & DESOR E. (1847) – Catalogue raisonné des familles, des genres et des espèces de la classe des Échinodermes. *Annales des sciences naturelles*, 3. Paris, L. Martinet.
- BAILEY H.W. (1978) – A foraminiferal biostratigraphy of the lower Senonian of Southern England. Unpublished thesis C.N.A.A. Plymouth Polytechnic (Ph.D.).
- BAILEY H.W., GALE A.S., MORTIMORE R.N., SWIECICKI A. & WOOD C.J. (1983) – The Coniacian-Maastrichtian stages of the United Kingdom, with particular reference to southern England. *Newsletters on Stratigraphy*, 12, 19-42.
- BAILEY H.W., GALE A.S., MORTIMORE R.N., SWIECICKI A. & WOOD C.J. (1984) – Biostratigraphical criteria for the recognition of the Coniacian to Maastrichtian stage boundaries in the Chalk of north-west Europe. *Bulletin of the Geological Society of Denmark*, 33, 31-39.
- BARDOU P. (1905) – Notes sur la géologie du Santerre. *Annales de la Société géologique du Nord*, 34, 85-91.
- BARDOU P. (1906) – Notes sur la géologie du Santerre (les vallées de l'Avre et de ses affluents). *Annales de la Société géologique du Nord*, 35, 258-265.
- BARR F.T. (1966) – The foraminiferal genus *Bolivinoïdes* from the Upper Cretaceous of the British Isles. *Palaeontology*, 9, 220-243.
- BARROIS Ch. (1875 a) – Description géologique de la craie de l'Île de Wight. *Annales des Sciences géologiques*, 4, 6 (article 3), 1-30.
- BARROIS Ch. (1875 b) – Ondulations de la Craie dans le sud de l'Angleterre. *Annales de la Société géologique du Nord*, 2, 85-111.
- BARROIS Ch. (1876) – Recherches sur le terrain Crétacé supérieur de l'Angleterre et de l'Irlande. *Mémoires de la Société géologique du Nord*, 232 pp.
- BATHER F.A. (1889) – Note on *Marsupites testudinarius* von Schlotheim sp. *Quarterly Journal of the Geological Society*, 45, 172-174.
- BATHER F.A. (1896) – On *Uintacrinus*, a morphological study. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 1895, 974-1004.
- BIGNOT G. & EBRAHIMZADEH-ASSADIAN K. (1970) – La craie à *Marsupites testudinarius* du Cap d'Ailly (près de Dieppe, Seine-Maritime). *Bulletin trimestriel de la Société géologique de Normandie*, 59, 4-15.
- BIGNOT G., JANIN M.C. & DAMOTTE R. (1993) – Esquisse micropaléontologique de la craie à *Offaster pilula* du cap d'Ailly (près de Dieppe, Seine-Maritime). Proposition d'une coupe de référence régionale pour la limite Santonien-Campanien. *Bulletin d'Information des Géologues du bassin de Paris*, 30, 4, 17-21.
- BIRKELUND T., HANCOCK J.-M., HART M.B., RAWSON P. F., REMANE J., ROBASZYNSKI F., SCHMID F. & SURLYK F. (1984) – Cretaceous stage boundaries – Proposals. *Bulletin of the Geological Society of Denmark*, 33, 3-20.
- BLAINVILLE H.M.D. de (1830). – Zoophytes In CUVIER G.F. Dictionnaire des Sciences naturelles dans lequel on traite méthodiquement des différents êtres de la nature [...], F.G. Levrault, t. 60, Paris, Le Normat, 548 pp., 68 pls.
- BRONGNIART Alex. (1822) – Sur les caractères zoologiques des formations. *Annales des Mines*, 1821, 38 pp.
- BROTZEN F. (1945) – De geologiska resultaten från borrhningarna vid Höllviken. Preliminär rapport, Del I : Kritan. *Sveriges Geologiska Undersökning Årsbok*, 38 (1944), 1-64.
- CARPENTER W.B. (1866) – Researches on the structure, physiology, and development of *Antedon (Comatula) rosaceus*. Part 1. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 156, 671-756.

- CHRISTENSEN W.K. (1975) – Designation of lectotypes for *Gonoteuthys westfalicagranulata* and *Gonoteuthys granulataquadrata*. *Palaeontologische Zeitschrift*, 49, 126-134.
- CHRISTENSEN W.K. (1991) – Belemnites from the Coniacian to Lower Campanian chalks of Norfolk and southern England. *Palaeontology*, 34, 695-747.
- CHRISTENSEN W.K., JUIGNET P., BRETON G. & COTTARD N. (1993) – Bélemnites du Crétacé supérieur de Normandie. *Bulletin trimestriel de la Société géologique de Normandie et des Amis du Muséum du Havre*, 80, 3-4, 29-44.
- COBBAN W.A. (1995) – Occurrences of the free-swimming Upper Cretaceous crinoids *Uintacrinus* and *Marsupites* in the Western Interior of the United States. U.S. Geological Survey Bulletin 2113, chapter C, C1-6.
- COQUAND H. (1857) – Position des *Ostrea columba* et *biauriculata* dans le groupe de la craie inférieure. *Bulletin de la Société géologique de France*, 2<sup>e</sup> série, 14, 745-766.
- COTTARD N. (1989) – La craie campanienne et sa faune au cap d'Ailly près de Dieppe (Seine-Maritime). *Bulletin trimestriel de la Société géologique de Normandie et des Amis du Muséum du Havre*, 76, 3, 25-26.
- COTTEAU G. (1853-1860) – Paléontologie Française, Échinodermes, cf. ORBIGNY A. d'
- CUVIER G. & BRONGNIART Alex. (1822) – Description géologique des environs de Paris. Dufour et d'Ocagne, Paris, 428 pp.
- DELUGEARD D. (2016) - Documents manuscrits relatifs à la carrière de Cherisy.
- DESHAYES G. & MILNE-EDWARDS H. (1840) – Histoire naturelle des animaux sans vertèbres. 2<sup>e</sup> Édition, tome 3, Radiaires, Vers, Insectes, 762 pp. Paris, Baillière.
- DES MOULINS Ch. (1837) – Études sur les Échinides. *Actes de la Société linnéenne de Bordeaux*, VII (p. 406), IX (p. 476).
- DESOR E. (1858) – Synopsis des échinides fossiles, 490 pp., Paris, Reinwald.
- DIXON F. (1850) – The geology and fossils of the Tertiary and Cretaceous formations of Sussex. R. and J.E. Taylor, London, 422 pp.
- DOLLFUSS G.F. (1897) – Carte géologique détaillée de la France au 1/80 000<sup>ème</sup>, feuille et notice explicative de Rouen, n° 31, 2<sup>e</sup> édition.
- DOLLFUSS G.F. & FORTIN R. (1911) – Le Crétacé de la région de Rouen. Congrès Millénaire Normand, 114-131.
- DUBICKA Z. & PERYT D. (2014) – Classification and evolutionary interpretation of Late Turonian-Early Campanian *Gavelinella* and *Stensioeina* (Gavelinellidae, Benthic Foraminifera) from Western Ukraine. *Journal of Foraminiferal Research*, 44, 2, 151-176.
- DUBICKA Z. & PERYT D. (2016) – *Bolivinoïdes* (benthic Foraminifera) from the Upper Cretaceous of Poland and western Ukraine : taxonomy, evolutionary changes and stratigraphic significance. *Journal of Foraminiferal Research*, 46, 1, 75-94.
- ERNST G. (1963) – Stratigraphische und gesteinschemische Untersuchungen im Santon und Campan von Lägerdorf (SW Holstein). Mitteilungen aus dem Geologischen Staatinstitut in Hamburg, 32, 71-127.
- ERNST G., SCHMID F. & KLISCHIES G. (1979). – Multistratigraphische Untersuchungen in der Oberkreide des Raumes Braunschweig-Hannover, 11-46. In WIEDMANN J. (Ed.) : Aspekte der Kreide Europas. *International Union of Geological Sciences*, A, 6.
- ERNST G., SCHMIDT F. & SEIBERTZ E. (1983) – Event-stratigraphie im Cenoman und Turon von NW Deutschland. *Zitteliana*, 10, 531-554.
- EUDES-DESLONGCHAMPS E. (1824) – Encyclopédie méthodique. Histoire naturelle des Zoophytes ou Animaux rayonnés, 819 pp., Paris, Veuve Agasse.
- FILLIOZAT M. (1906) – Sur la présence de plaques de *Marsupites* dans la craie de Touraine. *Bulletin de la Société géologique de France*, 4, 6, 259.
- FILLIOZAT M. (1906) – La zone à *Marsupites* dans la Craie de Vendôme. *Bulletin de la société archéologique, scientifique et littéraire de Vendôme*, 45.
- FILLIOZAT M. (1910) – La craie de Blois et le niveau à *Uintacrinus*. *Bulletin de la Société géologique de France*, 4, 10, 728-729.
- FILLIOZAT M. (1910) – Découverte en France du niveau à *Uintacrinus*. Association Française pour l'Avancement des Sciences, Toulouse 107, 119.
- FOLLET A. (1956) – Découverte de la craie à Bélemnitelles (Campanien) aux environs d'Elbeuf. *Bulletin de la société d'étude et de sciences naturelles et du museum d'Elbeuf*, 13-15.
- FOLLET A. (1959) – Faune de la Craie blanche de Saint-Didier-les-Bois (Eure). *Bulletin de la société d'étude et de sciences naturelles d'Elbeuf*, 6-8.
- FORBES E. (1850) – Description of the Fossils of the Chalk Formation. Echinodermata. In F. DIXON : The Geology and Fossils of the Tertiary and Cretaceous Formations of Sussex ; p. 343 : *Marsupites laevigatus* Forbes, 1850 ; pl. XX, fig. 8.
- FORBES E. (1852) – Ananchytes (Holaster) pilula. Figures and descriptions illustrative of British Organic Remains, Decade 4 (Echinodermata of the order Echinoidea), pl. 8, fig. 5-9. *Memoirs (Palaeontology) of the Geological Survey of UK*.
- FRICOT C. (1980) - Nouvelles observations sur la craie de Romilly-sur-Seine. (Marsupites). *Bulletin de l'Association géologique auboise*, année 1980, 13-20.
- FRICOT C. (1981) – Le gisement d'Ossey-les-trois-maisons, Aube. (Offaster). *Bulletin de l'Association géologique auboise*, année 1981, 24-39, 1 pl.
- FRICOT C. (1982 a) – Des affleurements de craie à Romilly-sur-Seine (Présence de *Marsupites* dans les fondations de l'hôpital de la butte des Hauts Buissons et à la carrière du Pont-de-la-

- Comtesse). *Feuille trimestriel n° 17 de l'Association géologique auboise*, p. 4.
- FRICOT C. (1982 b) – Note sur la présence de *Metopaster gr. parkinsoni* (Forbes, 1848) à Ossey-les-trois-maisons (Aube). *Bulletin de l'Association géologique auboise*, année 1982, 9-14, 2 pl.
- GALE A.S. (2017) – An integrated microcrinoid zonation for the lower Campanian chalks of southern England, and its implications for correlation. *Cretaceous Research*, 87, 1- 46.
- GALE A.S. (2019) – Microcrinoids (Echinodermata, Articulata, Roveacrinida) from the Cenomanian-Santonian chalk of the Anglo-Paris Basin : taxonomy and biostratigraphy. *Revue de Paléobiologie*, 38, 2, 397-533.
- GALE A.S., MONTGOMERY P., KENNEDY W.J., HANCOCK J. M., BURNETT J.A. & McARTHUR J.M. (1996) – Definition and global correlation of the Santonian-Campanian boundary. *Terra Nova*, 7, 611-622.
- GOEL R.K. (1965) – Contribution à l'étude des Foraminifères du Crétacé supérieur de la Basse-Seine. *Bulletin du Bureau de Recherches géologiques et Minières*, 5, 49-169.
- GOSSELET J. (1885) – Cours élémentaire de Géologie, 9<sup>e</sup> édition, Belin, Paris, 209 pp.
- GOSSELET J. (1899) - Passage de la craie à Micraster à la craie à Bélemnites. *Annales de la Société géologique du Nord*, 28, 74-75.
- GROSSOUVRE A. de (1892) – La craie de Chartres. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences*, Paris, 115, 301-302.
- GROSSOUVRE A. de (1901) – Recherches sur la craie supérieure. 1- Stratigraphie générale. In : *Mémoires pour servir à l'explication de la carte géologique détaillée de la France*. Paris, Imprimerie nationale, fascicule 1 : 1-559 ; fascicule 2 : 561-1013.
- HAMPTON M.J., BAILEY H.W., GALLAGHER L.T., MORTIMORE R.N. & WOOD C.J. (2007) – The biostratigraphy of Seaford Head, Sussex, southern England; an international reference section for the basal boundaries for the Santonian and Campanian Stages in chalk facies. *Cretaceous Research*, 28, 46-60.
- HANCOCK J.M. & GALE A.S. (1996) – The Campanian Stage. In : RAWSON P.F., DHONDT A.V., HANCOCK J.M. & KENNEDY W.J. eds. Proceedings of the « Second International Symposium on Cretaceous Stage Boundaries », Brussels, september 1995, *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, Sciences de la Terre 66 (supplément), 103-109.
- HART M.B., BAILEY H.W., CRITTENDEN S., FLETCHER B.N., PRICE R.J. & SWIECICKI A. (1989) – Cretaceous, chapter 7. In JENKINS D.G. & MURRAY J.W. eds : *Stratigraphical Atlas of Fossil Foraminifera*, 2<sup>nd</sup> edn, Ellis Horwood Ltd, Chichester, 273-371.
- HART M.B. & SWIECICKI (1987) – Foraminifera of the chalk facies. In HART M.B. edr : *Micropalaeontology of carbonate environments*. British Micropalaeontological Society. Ellis Horwood Ltd, 121-137.
- HÉBERT E. (1858) – Note sur les caractères paléontologiques de la craie de Meudon. *Bulletin de la Société géologique de France*, 16, 143-156.
- HÉBERT E. (1863) – Note sur la craie blanche et la craie marneuse dans le bassin de Paris et sur la division de ce dernier étage en quatre assises. *Bulletin de la Société géologique de France*, 20, 605-631.
- HÉBERT E. (1866) – De la craie dans le nord du bassin de Paris. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, 63, 308-311.
- HÉBERT E. (1874) – Comparaison de la craie des côtes d'Angleterre avec celle de France. *Bulletin de la Société géologique de France*, 2, 416-428.
- HÉBERT E. (1875) – Classification du terrain crétacé supérieur. *Bulletin de la Société géologique de France*, 3, 595-599.
- HILTERMAN H. (1963) – Zur Entwicklung der Benthos-Foraminifere *Bolivinoïdes*. In *Evolutionary Trends in Foraminifera*, 198-223. Elsevier Amsterdam.
- HILTERMAN H. & KOCH W. (1950) – Taxonomie und Vertikalverbreitung von *Bolivinoïdes*-Arten im Senon Nordwestdeutschlands. *Geologisches Jahrbuch*, 64, 595-632.
- HOFKER J. (1952) – Zur Fassung der Foraminiferen-Gattung *Bolivinoïdes* Cushman 1927, *Geologisches Jahrbuch*, 66, 377-382.
- HOFKER J. (1955) – The genus *Bolivinoïdes* in the Cretaceous of South-Limburg. *Natuurhistorisch Maandblad*, 44, 68-71.
- HOFKER J. (1957) – Foraminiferen der Oberkreide von Nordwestdeutschland und Holland. *Beihefte zum Geologischen Jahrbuch*, 27, 1-464.
- HOFKER J. (1958) – Upper Cretaceous *Bolivinoïdes* guide forms. *Micropaleontology*, 4, 3, 329-333.
- HOYEZ B. (2008) – Falaises du Pays de Caux. Lithostratigraphie des craies turono-campaniennes. Publications des Universités de Rouen et du Havre, 348 pp.
- HURÉ A. (1908) – La zone à *Marsupites* dans le Sénonais. *Bulletin de la Société des Sciences historiques et naturelles de l'Yonne*, 62, 17-18. Et : Observations au sujet des débris de *Marsupites* trouvés par M<sup>elle</sup> Augusta Huré dans la craie des environs de Sens par Alphonse Péron, p. 18-23.
- JANET Ch. (1906) – Sur la Zone à *Marsupites*. *Annales de la Société géologique du Nord*, 35, 244-245.
- KOCH W. (1977) – Biostratigraphie in der Oberkreide und Taxonomie von Foraminiferen. *Geologisches Jahrbuch*, A, 38, 11-124.
- KOPEVITCH L.F., BENIAMOVSKI V.N. & SADEKOV A.Y. (2007) – Middle Coniacian-Santonian foraminiferal bioevents around the Mangyshlak Peninsula and Russian platform. *Cretaceous Research*, 28, 108-118.
- KOPEVITCH L.F., PROSHINA P.A., RYABOV I.P., OVECHKINA M.N. & GRECHIKHINA N.O. (2020) – Santonian-Campanian boundary position in the Alan-Kyr section. *Moscow University Geology Bulletin*, 75, 3, 246-253.

- LACH R. (2016) – Late Cretaceous Sea Lillies (Crinoids, Crinoidea) from the Miechów Trough, Southern Poland [with *Marsupites testudinarius* (von Schlotheim)]. *Palaeontographica*, 305, 91-133.
- LACH R. & SALAMON M.A. (2016) – Late Cretaceous crinoids (Echinodermata) from the southeastern margin of the Holy Cross Mts (southern Poland) and phylogenetic relationships among Bourgueticrinids. *Palaontologische Zeitschrift*, 90, 503-520.
- LAMARCK J.-B. Monet, Chevalier de (1816) – Histoire naturelle des animaux sans vertèbres. 1<sup>re</sup> Édition, Tome 3, 585 pp. Paris, Déterville, Verdrière. (2<sup>e</sup> édition, cf. Deshayes & Milne-Edwards)
- LAMBERT J. (1878) – Notice stratigraphique sur l'étage Sénonien aux environs de Sens. *Bulletin de la Société des Sciences historiques et naturelles de l'Yonne*, 32, 129-192.
- LAMBERT J. (1879) – Note sur la craie du département de l'Yonne. *Bulletin de la Société géologique de France*, 3, 7, 202-207
- LAMBERT J. (1882) - Note sur la Craie du département de l'Yonne. *Bulletin de la Société géologique de France*, 3, 10, 427-434.
- LECOINTRE G. & LE GUYADER H. (2016) – Classification phylogénétique du vivant. Tome 1, 4<sup>e</sup> édition, 584 pp., Belin, Paris.
- LECOINTRE G. & LE GUYADER H. (2017) – Classification phylogénétique du vivant. Tome 2, 4<sup>e</sup> édition, 832 pp., Belin, Paris.
- LERICHE M. (1905) – La « Zone à Marsupites » dans le Nord de la France. *Annales de la Société géologique du Nord*, 34, 50-51.
- LISTER (1674) – Radices Entrochorum. *Philosophical Transactions*, n° 100.
- LOEBLICH A.R.Jr & TAPPAN H. (1987) – Foraminiferal Genera and their Classification, Van Nostrand Reinhold, New York, 970 pp.
- MANTELL G.A. (1822) – The fossils of the South Downs or illustrations of the geology of Sussex. Lepton Relfe, London, 327 pp.
- MARIE P. (1941) – Les Foraminifères de la craie à *Belemnitella mucronata* du Bassin de Paris. *Mémoire du Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris, N.S. 12/1, 1-296.
- MATRION B., ROBASZYNSKI F. & DELUGEARD D. (2023) – Les fossiles de la craie de Cherisy (Indre-et-Loire). *Bulletin annuel de l'Association Géologique Aubeoise*, n° 42, xx-yy, sous presse.
- MÉNILLET F. coord. (1994) – Carte géologique de la France au 1/ 50 000 ème, feuille de Dreux, n° 216, notice explicative 67 pp., Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans.
- MILLER J.S. (1821) – A natural history of the Crinoidea or lily-shaped animals, with observations on the genera Asteria, Euryale, Comatula and Marsupites. Bryan, Bristol, 150 pp.
- MILSOM C.V., SIMMS J. & GALE A.S. (1994) – Phylogeny and Palaeobiology of *Marsupites* and *Uintacrinus*. *Palaeontology*, 37, 3, 595-607.
- MONCIARDINI C. (1980) – Biozonation du Sénonien par les foraminifères utilisée pour la cartographie au 1/ 50 000 en contexte boréal. Tableau p. 303 in ALCAYDÉ G., JUIGNET P. & MONCIARDINI C. (coord.) : Chapitre 8 : Crétacé, 289-325 in MÉGNIEN Cl., Directeur : Synthèse géologique du Bassin de Paris, Volume 1 : Stratigraphie et Paléogéographie. *Mémoire du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, n° 101, Orléans, 466 pp.
- MONCIARDINI C. (1994) – Biozonation par les foraminifères, synthèse stratigraphique pour le Crétacé supérieur, tableau 3. In MÉNILLET, 1994.
- MORTIMORE R.N. (1986) – Stratigraphy of the Upper Cretaceous White Chalk of Sussex. *Proceedings of the Geologist's Association*, 97, 97-139.
- MORTIMORE R.N. & POMEROL B. (1987) – Correlation of the Upper Cretaceous White Chalk (Turonian to Campanian) in the Anglo-Paris Basin. *Proceedings of the Geologist's Association*, 98, 97-143.
- MORTIMORE R.N., WOOD C.J. & GALLOIS R.W. (2001) – British Upper Cretaceous Stratigraphy. Geological Conservation Review Series, n° 23, Joint Nature Conservation Committee, Peterborough, 558 pp.
- ORBIGNY A. d' (1842) – Paléontologie française, terrains crétacés, II Gastropodes, p. 403, Sénonien.
- ORBIGNY A. d' (1850) – Prodrome de paléontologie stratigraphique universelle des animaux Mollusques et Rayonnés, vol. 2, 428 pp., Masson, Paris.
- ORBIGNY A. d' (1850-1852) – Cours élémentaire de paléontologie et de géologie stratigraphiques. Masson, Paris, 847 pp.
- ORBIGNY A. d' (1853-1855) – Paléontologie française, Terrains crétacés. Tome VI contenant les Échinodermes, texte 597 pp., terminé par G. Cotteau. Paris, Masson.
- ORBIGNY A. d' (1853-1860) – Paléontologie française, Terrains crétacés. Tome sixième : Échinodermes irréguliers (terminé par G. Cotteau). Atlas : pl. 801-1006. Pl. 824 : « *Cardiaster pilula* d'Orb. », Paris, Masson.
- PARKINSON J. (1808) – Organic remains of a former world. An examination of the mineralized remains of vegetables and animals of the antediluvian world generally termed extraneous fossils. Vol. 2, London, 286 pp.
- PASSY A. (1832) – Description géologique de la Seine Inférieure, Rouen, Périaux, 371 p., atlas.
- PÉRON A. (1898) – La zone à *Placenticeras uhligi* et la zone à *Marsupites ornatus* dans le Crétacé de l'Algérie. *Bulletin de la Société géologique de France*, 3, 26, 500-511.
- PHILLIPS J. (1839) – In MURCHISON R.I. The Silurian System, part 2. Organic remains, 670 675. John Murray, London.
- RASMUSSEN H.W. (1961) – Chalk crinoids. *Biol.Skrift. det.Konin-gel Danske Vidensk Selskag*, 12, 1, 428.
- RASMUSSEN H.W. (1978) – Articulata. T 813-T 1027. In MOORE R.C. & TEICHERT C. eds. Treatise on invertebrate paleontology. Part T : Echinodermata 2 (Crinoidea). Geological Society

- of America and University of Kansas Press. Boulder, Colorado and Lawrence, Kansas, 1027 pp.
- RAWSON P.F., DHONDT A.V., HANCOCK J.M. KENNEDY W.J. eds. (1996) - Proceedings of the « Second International Symposium on Cretaceous Stage Boundaries », Brussels, 8-16 September 1995, *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, Sciences de la Terre, 66 – Supplément, 117 pp.
- REY A. édit. (2016) – Dictionnaire historique de la langue française. Le Robert. Tome 2.
- ROBASZYNSKI F. (1979) – Apparitions différées de foraminifères benthiques à caractère boréal dans le Crétacé supérieur européen. 7<sup>e</sup> Réunion Annuelle des Sciences de la Terre, Lyon. Société géologique de France, résumés, p. 400.
- ROBASZYNSKI F. (2023) – *In memoriam*, Daniel Delugeard (1946-2016). *Bulletin annuel de l'Association Géologique Auloise*, n° 42, xx-yy, sous presse.
- ROBASZYNSKI F. & AMÉDRO F. (1986) – The Cretaceous of the Boulonnais (France) and a comparison with the Cretaceous of Kent (United Kingdom). *Proceedings of the Geologist's Association*, 97, 2, 171-208
- ROBASZYNSKI F., CARON M. & European Working Group on Planktonic Foraminifera (1979) – Atlas de Foraminifères planctoniques du Crétacé moyen (mer boréale et Téthys). *Cahiers de Micropaléontologie*, CNRS Paris, 1979-1 : 185 pp., 1979-2 : 181 pp.
- ROBASZYNSKI F., CARON M., GONZÁLEZ-DONOSO J.-M., WONDERS A.A.H. & European Working Group on Planktonic Foraminifera (1984) – Atlas of Late Cretaceous Globotruncanids. *Revue de Micropaléontologie*, 26, 145-305.
- ROBASZYNSKI F. & DELUGEARD D. (1995) – The position of the Santonian-Campanian boundary in the Chartres area (Paris Basin, France). Second International Symposium on Cretaceous Stage Boundaries, Brussels 8-16 september 1995, Abstract volume, p. 106.
- ROWE A.W. (1900) – The Zones of the White Chalk of the English Coast. I. Kent and Sussex. *Proceedings of the Geologists' Association*, 16, 289-368.
- SCHLOTHEIM E.F. von (1820) – Die Petrefaktenkunde auf ihrem jetzigen Standpunkte durch die Beschreibung seiner Sammlung versteinertes und fossiler Überreste des Thier- und Pflanzenreichs der Vorwelt erläutert. Beckersche Buchhandlung, Gotha, 437 pp.
- SCHUCHERT C. (1904) – Über einige astylide Crinoiden. *Deutsche Geologische Gesellschaft Zeitschrift*, 30, 28-66.
- SIEVERTS H. (1927) – Über die Crinoidengattung Marsupites. *Abhandlungen der Preussischen Geologischen Landesanstalt*, Neue Folge, Heft 108, 1-80.
- SMITH A.B. & BATTEN D.J. edit (2002) – Fossils of the Chalk (second edition). Palaeontological Association, Field guide to Fossils, n° 2, 374 pp., 66 pls.
- SORNAY J. (1957) – Lexique Stratigraphique International, Europe, fascicule 4 a VI, France, Belgique, Pays-Bas, Luxembourg ; Crétacé, Centre National de la Recherche Scientifique, 403 pp., Louis Jean, Gap.
- SPRINGER F. (1901) – *Uintacrinus* its structure and its relations. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology*, Harvard University, 25, 1-89.
- STOKES R.B. (1975) – Royaumes et provinces fauniques du Crétacé établis sur la base d'une étude systématique du genre *Micraster*. Mémoire du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, série C, Sciences de la Terre, 31, 1-94.
- SWIECICKI A. (1980) – A Foraminiferal Biostratigraphy of the Campanian and Maastrichtian Chalks of the United Kingdom. Thesis, University of Plymouth, 156 pp +122 pp + plates.
- TÉHÉRANI K.K. (1968) – Étude stratigraphique et micropaléontologique du Sénonien de Sens (Yonne). Thèse doctorat 3<sup>e</sup> cycle, Faculté des Sciences de Paris, 252 pp, 30 pl.
- TRÜMPER E. (1968) – Variationsstatistische Untersuchungen an der Foraminiferen Gattung *Stensioeina* Brotzen. *Geologie*, 59, 1-103
- VALETTE Dom A. (1908) – Révision des échinides fossiles de l'Yonne. 2<sup>e</sup> partie. *Bulletin de la Société des Sciences historiques et naturelles de l'Yonne*, 61, 183-185.
- VALETTE Dom A. (1916-1917) – Note sur les crinoïdes de la craie blanche. *Bulletin de la Société des Sciences historiques et naturelles de l'Yonne*, 70, 79-178.
- VASSILENKO V.P. (1961) – Upper Cretaceous foraminifers of the Mangyshlak Peninsula. *Trudy Vsesoyuznogo Neftyanogo Nauchno-issledovatel'skogo Geologo-razvedochnogo Instituta* 171, 487 pp. (in Russian)
- WAGREICH M., DINARÈS-TURELL J., WOLFGRING E. & OMAR YILMAZ I. (2017) – The base of the Campanian : a magnetostratigraphic definition, integrated biostratigraphy and isotope stratigraphy, 2017, 19th EGU General Assembly. Proceedings of the conference held 23-28 april 2017 in Vienna, p. 14385.
- WAGREICH M., SUMMESBERGER H. & KROH A. (2010) – Late Santonian bioevents in the Schattau section, Gosau Group of Austria – implications for the Santonian-Campanian boundary stratigraphy. *Cretaceous Research*, 31, 2, 181-191.
- WAGREICH M., WOLFGRING E. & SUMMESBERGER H. (2017) – The Gosau Group of Austria – reference sections for the Santonian-Campanian boundary in the NW Tethys and the *Broinsonia parca parca* bioevent. *Berichte der Geologischen Bundesanstalt*, band 120, Wien 2017, 10th International Symposium Cretaceous. Abstract, p. 273.
- WATKINS R.C. & VELTKAMP C.J. (1994) – Microevolution and migration of the benthonic foraminiferan *Gavelinella pseudoexcolata* (Kalinin, 1937) within the Upper Cretaceous (Santonian-Campanian) of the Anglo-Paris Basin. *Revue de Micropaléontologie*, 37, 321-338.

## RÉSUMÉ TOUT PUBLIC

Partout où des craies affleurent dans le bassin de Paris, elles ont été utilisées de tout temps pour le « marnage » des terres froides ou « acides », soit siliceuses (sables quartzeux), soit silico-alumineuses (argiles). L'extraction des craies en tant qu'amendement agricole a d'abord été locale pour devenir industrielle comme c'est le cas maintenant avec la Société MEAC (Métropolitaine d'Épandage d'Amendement Calcaire, filiale française du groupe suisse OMYA) qui a ouvert des carrières dans toute région disposant d'un sous-sol contenant du « carbonate de calcium ».

La carrière MEAC de Cherisy, près de Dreux, offrait, dans les années 1990-2000, un front d'exploitation de 35 mètres de haut dans des couches de craies blanches à silex réparties sur plusieurs paliers. Les membres du Club Géologique Drouais venaient y passer des week-ends pour y récolter des fossiles. Leur président, Daniel Delugeard, était un amateur de géologie qui, outre ses collectes, organisait des expositions pour faire apprécier au niveau régional la variété du matériel paléontologique des faciès crayeux. Au fil des ans il s'est constitué une collection personnelle qu'il a eu l'occasion un jour de montrer à Gérard Breton, alors Directeur du Musée de Sciences naturelles du Havre. Ce dernier, spécialiste des astéries, était de passage à Cherisy pour rechercher des restes d'étoiles de mer dont le squelette interne sous forme d'ossicules est conservé dans le sédiment crayeux.

L'un des présents auteurs (FR), micropaléontologiste des foraminifères de la craie, fut mis au courant de ces activités, se rendit à Cherisy et leva puis échantillonna la coupe avec Daniel. Après avoir examiné sa collection, il apparut très vite que la carrière exposait en partie deux étages géologiques : le Santonien et le Campanien, le premier d'une durée de 3 millions d'années (entre -86 et -83 Ma), le second de 11 millions d'années (de -83 à -72 Ma). La limite entre les deux étages était facilement accessible (cette qualité est fort rare dans le bassin de Paris et justifie l'intérêt qui y est porté) et bien documentée par les fossiles de la collection, particuliers à chacun des deux étages. À savoir :

- ✧ La partie supérieure du Santonien est caractérisée par un oursin en forme de « cœur de serpent », *Micraster coranguinum* associé à des crinoïdes comme *Uintacrinus socialis* puis *Marsupites testudinarius* (l'extinction naturelle de ce dernier ayant été choisie par des instances internationales pour marquer la fin de l'étage Santonien).
- ✧ Au-dessus, l'étage Campanien voit l'émergence d'un autre oursin, plus petit et globulaire : *Offaster pillula* ainsi que de la bélemnite *Goniot euthys granulata quadrata* (rostre d'un céphalopode de type calmar de 6-8 cm de long) et souvent aussi d'une bélemnite, plus petite, *Actinocamax verus* (3-4 cm).

Tous ces marqueurs ont été récoltés à Cherisy par Daniel Delugeard. À ces macrofossiles vont s'ajouter des microfossiles, en particulier les foraminifères à coquille calcaire, ayant vécu sur le fond marin (taille de 0,2 à 0,7 mm) et qui ont été dégagés de la craie par traitement spécial (au laboratoire de la Faculté polytechnique de Mons, Belgique). Y sont spécialement intéressants pour leur évolution assez rapide trois groupes : les Stensoéines et les Gavelinelles (formes arrondies à plan-convexes) et les Bolivinoïdes (allure allongée en forme de losanges dressés). Certaines de leurs espèces, à vie « courte » (par exemple 1/4 à 1 Ma), sont caractéristiques de l'un ou l'autre étage et deviennent ainsi des marqueurs de temps.

Plusieurs planches et figures illustrent l'allure des principaux macro- et microfossiles marqueurs et un essai d'évolution phylogénétique est proposé pour une branche des Gavelinelles.

De l'autre côté de la Manche, dans le Sussex, des falaises exposent également la limite Santonien-Campanien. Une corrélation entre Cherisy et Seaford Head est proposée, fondée sur les mêmes macro- et microfossiles ainsi que sur les repères lithologiques. Cela fait apparaître que la « mer de la craie » occupait l'ensemble du bassin anglo-parisien et se poursuivait d'ailleurs beaucoup plus vers l'est en Allemagne, Pologne, Ukraine et jusqu'au Kazakhstan... où l'on retrouve les mêmes macro- et microfossiles !

Au terme de l'étude, la limite Santonien-Campanien est repérable par :

- ✧ l'extinction du crinoïde *Marsupites testudinarius* à la fin du Santonien,
- ✧ l'émergence de l'oursin *Offaster pillula* au début du Campanien ainsi que, un peu plus tard, de celle de la bélemnite *Goniot euthys granulata quadrata*,
- ✧ par l'évolution du foraminifère benthique *Bolivinoïdes strigillatus* vers *B. culverensis*.

Quant à la collection de fossiles recueillie par Daniel Delugeard, elle se trouve maintenant léguée à l'Association Géologique Aubeoise sise à Troyes.

## ALL AUDIENCE ABSTRACT

Wherever chalks outcrop in the Paris basin, they were used to marl cold and acid soils (quartz sands to clays). Local quarrying of these chalks for improvement of agricultural fields became industrial as it is the case with the group MEAC - a subcompany of OMYA - which works quarries in the Paris basin and everytime where calcium carbonate constitutes the underground.

The MEAC quarry at Cherisy, near Chartres and Dreux, offered in the 1990-2000' times a front of 35 metres high composed of stratified white chalks with flints, distributed on several floors. The members of the Drouais Geological Club passed there numerous week ends for collecting fossils. The president of the Club, Daniel Delugeard, a geologist amateur, organised regional exhibitions to show the variety of palaeontological material contained in chalks. One day, Gérard Breton, the past Curator of the Museum of Natural Sciences of Le Havre and specialist in starfish ossicles, visited the large Daniel's collection and informed the present first author (FR), who came to Cherisy, described and sampled the quarry with Daniel. A look on the collection shows the quarry displays, but partly, two geological stages: the Santonian and the Campanian, the first long of 3 millions years (-86 to -83 Ma), the other of 11 millions years (-83 to -72 Ma). The boundary between the two stages being easily accessible (that is so rare in the Paris basin) and well documented by his fossils collection. For example :

- ✧ the upper part of the Santonian is characterised with the urchin *Micraster coranguinum* (« snake heart »), associated with the crinoids *Uintacrinus socialis*, followed by *Marsupites testudinarius* (the natural extinction of the last species being chosen by the International Stratigraphic Committee to mark the end of the Santonian stage).
- ✧ above, the Campanian stage starts with the rise of another urchin, smaller and globulous: *Offaster pillula*, of the belemnite *Goniotethys granulataquadrata* (the guard of a squid type cephalopod, 6-8 cm long) and often the smaller belemnite *Actinocamax verus* (3-4 cm).

All these marker fossils were found at Cherisy by Daniel Delugeard.

With the macrofossils are added microfossils, especially those with a calcareous test, which lived on the sea-floor, 0.2 to 0.7 mm in size. They were prepared through washing chalk samples at the Mons Polytechnic laboratory, Belgium. Especially interesting, owing to their rapid evolution rate, are three groups: the Stensioeina and Gavelinella (rounded to plano-convex forms) and the Bolivinoïdes group (elongated and losange shaped forms. Some species of the last group, having a « short » geological live (1/4 to 1 million years), are characteristic in each stage.

Several plates illustrate the morphology of the main macro- and microfossils markers. Moreover, an essay for a phylogenetic evolution is proposed relatively to a branch of the Gavelinellids.

On the other side of the Channel, in Sussex, long cliffs also show the Santonian-Campanian boundary, this being studied several years ago by a group of English geologists. As the sections at Cherisy and Seaford Head are comparable and quite similar, a correlation between them is proposed, built upon macro- and microfossil content and several evidences in the lithological succession. It demonstrates that the « chalk sea » covered the whole Anglo-Paris basin, which developed towards East, in Germany, Poland, Ukraina and up to Kazakhstan where all palaeontological is quite the same.

Now, about the Daniel Delugeard collection, this one is now deposited at the Association Géologique Aubeoise, at Troyes (Aube department).