

LES ARGILES ALBIENNES DE SAINT-FLORENTIN (YONNE) : REPÈRES STRATIGRAPHIQUES ET SÉQUENCES DANS UNE SUCCESSION CONDENSÉE. MINÉRALOGIE ET CONTRÔLE CLIMATO-EUSTATIQUE

The Albian clays from Saint-Florentin (Yonne): stratigraphic markers and sequences in a condensed sedimentary succession. Mineralogy and climato-eustatic control

par Francis AMÉDRO

26 rue de Nottingham, 62100 Calais et Université de Bourgogne – Franche-Comté, UMR 6282, CNRS Biogéosciences,
6 boulevard Gabriel, 21000 Dijon.
francis.amedro@free.fr

Jean-François DECONINCK

Université de Bourgogne – Franche-Comté, UMR 6282, CNRS Biogéosciences, 6 boulevard Gabriel, 21000 Dijon.
jean-francois.deconinck@u-bourgogne.fr

& Bertrand MATRION

1 ter rue du Pont, 10450 Bréviandes et Université de Bourgogne – Franche-Comté, 6 boulevard Gabriel, 21000 Dijon.
bertrand.matrion@sfr.fr

Résumé

Au sud-est du Bassin de Paris, les argiles albiennes à faciès Gault de Saint-Florentin dans l'Yonne, nommées régionalement Argiles des Pommerats, sont l'objet d'une description lithologique détaillée accompagnée de récoltes d'ammonites et d'inocérames. Cinq séquences eustatiques de 3^e ordre sont identifiées au sein de la formation qui correspond à la partie supérieure des Argiles téglines de Courcelles dans l'Aube. La comparaison des successions équivalentes de l'Aube (38,91 m) et de l'Yonne (10,70 m), distantes de 75 km, révèle le caractère condensé des Argiles des Pommerats. L'analyse des argiles par diffraction des rayons X montre que les assemblages argileux sont principalement constitués d'un mélange d'illite, de smectite et de kaolinite. L'évolution des proportions relatives de ces trois minéraux argileux le long de la coupe suggère un contrôle climato-eustatique de la sédimentation. À l'influence des variations du niveau marin se superposent des changements climatiques de grande ampleur avec notamment l'installation d'une période plus aride marquée par de fortes proportions de smectite à la fin de l'Albien moyen.

Abstract

To the south-east of the Paris Basin, the Albian Gault clays of Saint-Florentin in Yonne department, regionally known as « Argiles des Pommerats Formation », are the subject of detailed biostratigraphic (ammonites and inoceramids) and lithological descriptions. Five 3rd order eustatic sequences are identified within the formation which corresponds to the upper part of the « Argiles téglines de Courcelles Formation » in the Aube department. The comparison with coeval succession of Aube (38,91 m) and Yonne (10,70 m), 75 km apart, reveals the condensed nature of the Argiles des Pommerats Formation. X-ray diffraction analyses of clay minerals show that the clay assemblages are dominantly composed of a mixture of illite, smectite and kaolinite. The relative proportions of these minerals along the studied section suggest a climato-eustatic control of the sedimentation. The influence of sea level variations is superimposed on large-scale climatic changes, including the installation of a more arid, smectite-rich period at the end of the Middle Albian.

INTRODUCTION

Le long de la bordure orientale du Bassin de Paris, le département de l'Aube est caractérisé à l'Albien par une sédimentation entièrement argileuse avec la superposition de deux formations : les Marnes de Brienne reposant sur les Argiles téglines de Courcelles. Un peu plus au sud-ouest, le département de l'Yonne voit simultanément le dépôt d'une épaisse formation sableuse – les Sables de la Puisaye – surmontée par quelques dizaines de mètres d'argiles et de marnes à faciès Gault : les Argiles des Pommerats en dessous et les Marnes de Brienne au-dessus. La transition entre les faciès sableux de l'Yonne et les faciès argileux de l'Aube s'effectue au niveau de Saint-Florentin avec le développement vers le nord de

deux digitations issues des Sables de la Puisaye : les Sables des Drillons à la base, les Sables de Frécambault au-dessus, séparées par les Argiles des Drillons (Barrois, 1874 ; Lauverjat, 1967, 1969 ; Amédéo & Matrion, 2008).

Depuis plus d'un siècle, les Argiles des Pommerats sont considérées comme l'équivalent latéral de la partie supérieure des Argiles téglines de Courcelles (Lambert, 1894 ; Houdard, 1932 ; Mégnien, 1964 ; Lauverjat, 1967 ; Rat *et al.*, 1979, Amédéo & Matrion, 2008). Cette proposition est toujours valable, mais peut néanmoins être affinée de façon significative pour trois raisons. La première est que l'on dispose depuis peu, et pour la première fois, d'une coupe complète des Argiles téglines de Courcelles grâce à la réalisation de trois forages carottés dans la partie septentrionale du stratotype de l'étage Albien près

de Brienne-le-Château, en particulier à Vallentigny (Fig. 1) (Amédro *et al.*, 2017, 2019). La deuxième est l'existence à Saint-Florentin, jusqu'à une période récente, d'une carrière recoupant la quasi-totalité des Argiles des Pommerats, d'où la possibilité d'effectuer un levé lithologique précis au sein de la formation. Enfin la troisième raison est l'identification de quinze litho- et éco-événements dans le stratotype de l'Albien (numérotés de 1 à 15), dont la plupart sont connus dans l'ensemble du Bassin de Paris, voire au-delà (Amédro *et al.*, 2019). Suivant les concepts de la stratigraphie événementielle, l'usage de ces niveaux repères permet de corrélér de façon très fine les successions argileuses à faciès Gault de l'Aube et de l'Yonne (Amédro, 2009).

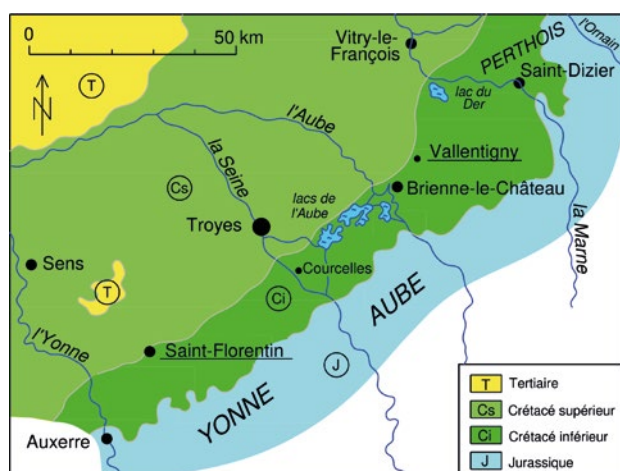


Fig. 1. — Localisation géographique des coupes citées dans le texte.
Fig. 1. — Location map of the sections mentioned in the text.

LES NIVEAUX REPÈRES UTILISÉS POUR LES CORRÉLATIONS DANS L'ALBIEN DE LA BORDURE SUD-EST DU BASSIN DE PARIS

Il n'est pas nécessaire de redonner ici la liste complète des niveaux repères décrits par Amédro *et al.* (2019) dans l'Albien type de l'Aube, mais simplement de rappeler les caractéristiques des sept événements lithologiques ou bio-écologiques identifiés dans l'intervalle étudié qui correspond à la moitié supérieure des Argiles tégulines de Courcelles. Du bas vers le haut, les événements concernés sont les suivants :

(7) un lit (13 m à 0,10 m) de sables glauconieux s'amincissant progressivement vers le nord-est, écho des Sables de Frécambault de l'Yonne ;

(8) un lit (0,02 m) de nodules phosphatés centimétriques noirs contenant une faune exclusive d'*Hoplites* : *H. (H.) dentatus* (J. Sowerby), *H. (H.) rudis* Parona & Bonarelli, *H. (H.) canavarii* Parona & Bonarelli ;

(9) un ou deux bancs décimétriques de calcaire sableux piqueté de glauconie fine, qui contiennent encore quelques nodules de phosphate beige, friable, avec toujours de nombreux *Hoplitidae*, en particulier *Anahoplites intermedius* Spath, *A. osmingtonensis* Owen et *A. planus* (Mantell), mais aussi des ammonites cosmopolites dont *Oxytropidoceras (Mirapelia) mirapelianum* (d'Orbigny) (« *Oxytropidoceras* event » d'Amédro, 2009) ;

(10) un ensemble de trois lits (a, b, c) centimétriques de nodules phosphatés beiges, non jointifs, séparés les uns des autres par 3 à 7 m d'argile ;

(11) un lit (0,05 m à 0,08 m) de nodules phosphatés noirs, dont la plupart sont des moules internes de mollusques. L'ammonite *Dipoloceras cristatum* (Brongniart) et l'ino-cérame *Actinoceras subsulcatus* (Wiltshire) sont caractéristiques de ce niveau où apparaissent également *Actinoceras sulcatus* (Parkinson) et d'autres espèces d'ammonites incluant *Metaclavites compressus* (Parona & Bonarelli), *Euhoplites ochetonotus* (Seeley), *Beudanticeras beudanti* (Brongniart), *Dipoloceras bouchardianum* (d'Orbigny), etc. (« *Dipoloceras* event » d'Amédro, 2009) ;

(12) un intervalle (5 à 7 m) caractérisé par une abondance d'*Actinoceras sulcatus* ;

(13) un banc calcaire (0,50 m à 1,10 m avec de rapides variations latérales d'épaisseur), silteux, surmontant une surface de ravinement et limité au sommet par un fond durci et phosphatisé (*hardground* l'Étape d'Amédro *et al.*, 1995).

LES ARGILES ALBIENNES DE SAINT-FLORENTIN (YONNE)

Plusieurs carrières entaillaient le sommet des Sables de Frécambault et tout ou partie des Argiles des Pommerats aux abords de Saint-Florentin durant la seconde partie du xx^e siècle (Courel *et al.*, 1972). Une seule d'entre elles subsistait au début des années 2000, la carrière Dallemagne ou carrière du Bois des joncs, localisée à 1 km à l'ouest de Saint-Florentin le long de la route D 905. Malheureusement son exploitation a cessé depuis deux ans et le fluage des argiles ne permet plus aucune observation lithologique. Une première description du front de taille a été publiée par Amédro & Matrimon en 2008 à partir d'un levé réalisé un an auparavant, mais la base des Argiles des Pommerats était alors partiellement masquée par des éboulis. En 2013, nous avons eu l'opportunité de retourner dans la carrière et de compléter, à la fois le levé lithologique avec la découverte d'une nouvelle discontinuité sédimentaire, mais également les récoltes d'ammonites, ce qui justifie une nouvelle description de l'affleurement. À cette occasion, 36 échantillons d'argile ont été prélevés avec un pas de 0,20 m à 0,30 m à travers la quasi-totalité des Argiles des Pommerats,

à l'exception des deux mètres supérieurs qui étaient déjà masqués par des glissements de sédiments quaternaires.

La succession lithologique et les récoltes de macrofossiles (ammonites et inocérames)

Du bas vers le haut, la coupe levée en octobre 2007 et complétée en avril 2013 est la suivante (Fig. 2) :

Sables de Frécambault

- ✧ 0 (plancher de la carrière) à 2,50 m : sable grossier, jaunâtre, légèrement glauconieux, avec quelques graviers de quartz ;
- ✧ 2,50 m à 3,00 m : grès grossier gris pâle, très cohérent, contenant quelques rares moules internes mal préservés d'*Hoplites* (*Hoplites*) *dentatus* (J. Sowerby). La limite supérieure du banc est légèrement onduleuse avec des ondulations horizontales d'amplitude plurimétrique et verticales pluricentimétriques. Les Sables de Frécambault mesurent 30 à 33 m d'épaisseur aux abords de Saint-Florentin et correspondent au niveau repère (7) dans la liste des litho- et éco-événements recensés dans l'Albien type de l'Aube (Amédéo *et al.*, 2019) ;

Argiles des Pommerats

- ✧ 3,00 m à 3,15 m : Gravier à *Opis* ; argile sableuse noire, consolidée, riche en dragées de quartz ovoïdes, en granules phosphatées millimétriques et en nodules phosphatés noirs de 2 à 5 cm souvent agglutinés les uns aux autres et dont la plupart sont des moules internes de macrofossiles. Le Gravier à *Opis* repose directement sur la surface sommitale onduleuse des Sables de Frécambault et présente des variations latérales d'épaisseur, passant de cinq centimètres à une quinzaine de centimètres sur quelques mètres de distance en fonction de la topographie. La limite supérieure du lit est une surface d'omission. Le Gravier à *Opis* a été observé pour la première fois au XIX^e siècle par Ébray (1864) à Soumaintrain, à 7 km au nord-est de Saint-Florentin et nommé à cette occasion Gravier à *Opis Hugardiana* d'Orbigny, du nom d'un bivalve présent dans le niveau [Au XIX^e siècle, la graphie des espèces dérivées de noms propres débutait par une lettre majuscule, les autres non ; cet usage est aujourd'hui abandonné]. Trois décennies plus tard, Lambert (1894) lui a substitué le terme de Gravier à *Opis glareosa* de Lioriol, sans justification apparente. Les fossiles les plus abondants et les plus intéressants stratigraphiquement présents dans le Gravier à *Opis* à Saint-Florentin sont les ammonites, représentées par les espèces *Pictetia astieriana* (d'Orbigny), *Phylloceras* (*Hypophylloceras*) sp., *Puzosia* sp., *Beudanticeras laevigatum* (J. de C. Sowerby), *Hoplites* (*Hoplites*) *dentatus* (J. Sowerby), *H. (H.) rudis* Parona et Bonarelli, *H. (H.) canavarii* Parona et Bonarelli, *Anahoplites osmingtonensis* Owen, *A. intermedius* Spath,

A. planus (Mantell), *Euhoplites loricatus* Spath, *Oxytropidoceras* (*Oxytropidoceras*) *roissyanum* (d'Orbigny), *O. (Mirapelia) mirapelianum* (d'Orbigny), *Hamites* sp. et *Pseudhellicoceras* sp. Cette association montre que l'on se trouve en présence d'un niveau condensé associant des espèces du sommet de la zone à *Hoplites dentatus* [*H. (H.) rudis* et *H. (H.) canavarii*] et de la base de la zone suivante à *Anahoplites intermedius* [*A. osmingtonensis*]. Comme indiqué ci-dessus, la quasi-totalité des taxons contenus dans le Gravier à *Opis* sont des ammonites, essentiellement des *Hoplites* et *Anahoplites* qui rassemblent plus de 95 % des récoltes. Le reste de la macrofaune est peu diversifié avec quelques bivalves dont *Actinoceramus concentricus* (Parkinson), *Opis* sp. et *Linotrignia fittoni* (Deshayes), de rares gastéropodes incluant *Gyrodontina gaultina* (d'Orbigny), *Nummogaultina fittoni* (Roemer) et *Semisolarium moniliferum* (Michelin) et enfin un nautilus déterminé comme *Eutrophoceras bouchardianum* (d'Orbigny). À Saint-Florentin, le Gravier à *Opis* réunit dans une seule unité lithologique les niveaux repères (8) et (9) définis dans l'Aube.

- ✧ 3,15 m à 4,25 m : argile silteuse noire contenant de nombreuses empreintes argileuses d'*Actinoceramus concentricus*, quelques échinides irréguliers appartenant au genre *Hemiaster* et, à 3,50 m et 4,00 m, deux empreintes d'*Anahoplites intermedius*. Les 0,30 m inférieurs de l'unité lithologique sont plus sableux et livrent encore quelques graviers de quartz ;

- ✧ 4,25 m à 5,10 m : argile silteuse noire riche en empreintes d'*A. concentricus*, limitée à la base par une surface d'omission surmontée par un niveau plus silteux, gris foncé, épais de 0,10 m, dans la partie inférieure duquel on trouve des graviers et petits nodules phosphatés noirs, ainsi qu'un gravier de quartz. La surface d'omission présente à 4,25 m est caractérisée par la présence de traces-fossiles de type *Thalassinoides*, de façon comparable à ce que l'on observe au niveau de toutes les surfaces perforées visibles dans la coupe. Durant l'intervalle de temps correspondant à l'arrêt de sédimentation, des organismes fouisseurs, probablement des crustacés, ont entraîné par leur activité une profonde bioturbation du fond marin (Bromley, 1990). Un exemplaire de l'ammonite *Anahoplites intermedius*, préservé sous la forme d'un moule interne en phosphate de calcium, a été recueilli à 4,40 m ;

- ✧ 5,10 m à 6,50 m : cycle comparable au précédent, limité à la base par une surface perforée surmontée par un niveau plus silteux, gris moyen, épais de 0,15 m. La base du lit contient quelques petits nodules phosphatés beiges avec des bivalves : *A. concentricus*, *Eopecten* sp., *Entolium orbiculare* (J. Sowerby) et des ammonites : *Anahoplites planus*, *Dimorphoplites niobe* Spath, *D. doris* Spath, *Euhoplites loricatus* Spath et *Hamites* sp. Quelques empreintes

argileuses d'ammonites ont également été collectées plus haut dans l'intervalle : *Dimorphoplites niobe* à 5,15 m et 5,20 m, *D. doris* à 5,20 m et *Dimorphoplites biplicatus* (Mantell) à 5,30 m et à 6,10 m ;

✧ 6,50 m à 8,70 m : argile silteuse noire présentant de nombreuses empreintes d'inocérames appartenant à l'espèce *Actinoceras concentricus*, également limitée à la base par une surface d'omission riche en *Thalassinoides*. L'intervalle débute par un niveau décimétrique de sable argileux, cohérent mais non durci, gris-pâle, contenant quelques grains infra-millimétriques de glauconie et des nodules phosphatés noirs de 1 à 3 cm dont la plupart sont des moules internes d'ammonites appartenant aux espèces *Anahoplites planus*, *Dimorphoplites biplicatus* et *Euhoplites lautus* (J. Sowerby). Les trois lits de nodules phosphatés surmontant des surfaces d'omission décrits à 4,25 m, 5,10 m et 6,50 m correspondent respectivement aux niveaux repères (10 a), (10 b) et (10 c) du stratotype ;

✧ 8,70 m à 9,00 m : sable argileux consolidé, gris, contenant à la base de nombreux nodules phosphatés centimétriques noirs et un peu de glauconie. La limite inférieure du banc est une surface de ravinement bien marquée. Les ammonites sont fréquentes dans les nodules phosphatés, avec *Beudanticeras beudanti* (Brongniart), *Anahoplites planus*, *Dimorphoplites silenus* Spath, *Euhoplites lautus*, *E. ochetonotus* (Seeley) et *Dipoloceras cristatum* (Brongniart). Il s'agit du niveau repère (11) de l'Albien type ;

✧ 9,00 m à 11,10 m : argile silteuse grise, légèrement glauconieuse, avec une teneur en glauconie qui diminue progressivement vers le haut et riche en empreintes d'inocérames qui appartiennent maintenant à l'espèce *Actinoceras sulcatus* (Parkinson). Cette argile est entrecoupée par deux niveaux décimétriques plus silteux, situés respectivement à 9,60 m et 10,10 m et par un lit de nodules phosphatés arrondis, non jointifs, de 3 à 5 cm, à 9,25 m. Certains de ces nodules sont des moules internes de bivalves, en particulier *Actinoceras sulcatus* et *Pectinucula pectinata* (J. Sowerby) ;

✧ 11,10 m à 11,70 m : argile non glauconieuse, très légèrement silteuse, devenant ocre par altération, parsemée d'empreintes d'*A. sulcatus* ;

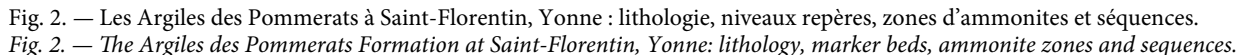
✧ 11,70 m à 12,10 m : argile marneuse ocre-jaune, consolidée mais non durcie, riche en moules internes d'*A. sulcatus*, de rhynchonelles à côtes fines et d'ammonites : *Metaclavites compressus* (Parona et Bonarelli), *Mortoniceras* (*Mortoniceras*) *pricei* (Spath) et *Hysterocheras orbigny* (Spath). Quelques nodules phosphatés centimétriques beiges sont présents à la limite supérieure du banc qui coïncide avec une surface d'omission à *Thalassinoides*. L'intervalle 9,00 m

– 12,10 m, caractérisé par une abondance d'*Actinoceras sulcatus*, correspond au niveau repère (12) ;

✧ 12,10 m à 13,00 m : argile marneuse plastique beige, dans laquelle aucun inocérane n'a été observé ;

✧ 13,00 à 13,50 m (fin de la coupe) : argile sableuse, très glauconieuse, verdâtre, débutant à la base par un gravier riche en grains de quartz de 2 à 5 mm et en nodules phosphatés beiges dont l'un a fourni un moule interne de *Mortoniceras* (*M.*) *pricei*. La limite inférieure de l'unité est une surface de ravinement bien marquée. Les connaissances acquises dans le département voisin de l'Aube, à la fois dans les affleurements situés le long des berges de la rivière Aube (Amédéo *et al.*, 1995 ; Amédéo & Matrimon, 2014), mais également dans le forage carotté de Vallentigny implanté près de Brienne-le-Château (Amédéo *et al.*, 2019) suggèrent qu'il s'agit du niveau repère (13) du stratotype de l'étage Albien. Dans l'Aube, la base des Marnes de Brienne est située quelques décimètres plus haut, à la limite supérieure du *hardground* l'Étape (Amédéo *et al.*, 1995). Il est probable qu'une discontinuité sédimentaire comparable, ou tout au moins une surface d'omission bien exprimée, existe au même niveau dans l'Yonne.

La figure 2 illustre la succession lithologique décrite ci-dessus dans la carrière du Bois des Joncs à Saint-Florentin avec, en regard, la répartition des espèces les plus caractéristiques d'ammonites. La zonation d'ammonites utilisée est celle qui a été définie par Amédéo (1981, 1992), actualisée par Amédéo *et al.* (2000) et Kennedy & Latil (2007). Une centaine d'ammonites ont été recueillies dans le Gravier à *Opis* et une quarantaine au sein des Argiles des Pommerats, réparties sur toute la hauteur de la formation, ce qui permet de repérer avec une certaine précision les limites de zones. Le Gravier à *Opis* contient une association typique de la limite entre les zones à *Hoplites dentatus* et à *Anahoplites intermedius*. L'espèce *A. intermedius* est quant à elle identifiée jusqu'à 4,40 m. Par comparaison avec ce que l'on connaît en d'autres points du Bassin anglo-parisien, en particulier dans le Kent et l'Aube (Amédéo & Matrimon, 2014), c'est probablement à ce niveau, interprété comme une surface d'inondation maximale en raison d'une diminution brutale de la teneur en silt, qu'il convient de placer la limite entre les zones à *A. intermedius* et à *Dimorphoplites niobe*. La limite entre les zones suivantes est plus facile à cerner en raison des récoltes de *D. niobe* jusqu'à 5,20 m et de *Dimorphoplites biplicatus* à partir de 5,30 m. De façon comparable à ce qui est décrit précédemment, on se trouve vraisemblablement au niveau d'une surface d'inondation maximale. La base de la zone suivante à *Dipoloceras cristatum*, qui marque la base de l'Albien supérieur, est située à 8,70 m et coïncide avec une surface de ravinement connue dans l'ensemble du Bassin anglo-parisien. La dernière zone reconnue dans la



partie supérieure des Argiles des Pommerats, à *Mortoniceras pricei*, débute quant à elle à 9,00 m. L'index de zone n'a pas été collecté dès la base de l'intervalle mais un marqueur secondaire peut être utilisé : la prolifération de l'inocérane *Actinoceras sulcatus*.

Les séquences eustatiques de 3^e ordre

Une première interprétation séquentielle des successions albiennes du Bassin anglo-parisien a été publiée par Amédro (1992). Celle-ci a été ensuite affinée à deux reprises par Amédro (2009) et Amédro & Matrimon (2014). Actuellement, onze cycles de 3^e ordre sont reconnus sur la courbe eustatique de l'Albien, fondés sur des observations réalisées dans le Kent au sud-est de l'Angleterre, la Normandie, le Boulonnais, l'Artois, le Bassin de Mons en Belgique, le Perthois, l'Aube et l'Yonne. Il n'est pas question de redéfinir ici l'ensemble des séquences, le lecteur intéressé étant convié à se reporter aux articles cités, en particulier aux deux derniers. Les forages réalisés par l'Andra (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs) dans le nord du département de l'Aube, près de Brienne-le-Château, ont récemment permis de situer les limites de séquences et les prismes sédimentaires dans la suite lithologique des Argiles tégulines de Courcelles et des Marnes de Brienne, et ceci dans un enregistrement sédimentaire argileux très épais qui atteint 125 m (Amédro *et al.*, 2019). La figure 2 montre qu'au sein des Argiles des Pommerats de l'Yonne, toutes les séquences sont également parfaitement enregistrées et les prismes sédimentaires bien reconnaissables malgré leur épaisseur réduite. Du bas vers le haut, la succession des séquences eustatiques de 3^e ordre identifiées dans la carrière du Bois des joncs à Saint-Florentin apparaît comme suit.

a) *Séquence AL 5*. La limite de séquence (LS) coïncide avec la base des Sables de Frécambault. La formation, épaisse d'une trentaine de mètres à Saint-Florentin, débute par une dizaine de mètres de sables grossiers, glauconieux, localement cimentés en grès et riches en petites huîtres (Hébert, 1863). La succession se poursuit par une vingtaine de mètres de sables grossiers jaunâtres, faiblement glauconieux, incluant des graviers de quartz et présentant de fréquentes stratifications obliques. Ces sables sont entrecoupés dans leur moitié inférieure par quelques passées sablo-argileuses métriques et dans leur moitié supérieure par des bancs discontinus de grès cohérents de 0,30 m à 0,50 m d'épaisseur (Barrois, 1874 ; Houdard, 1932 ; Owen, 1971). La macrofaune en général et les ammonites en particulier sont très rares au sein des Sables de Frécambault, celles-ci étant limitées à quelques *Hoplites* mal préservés. Amédro (2009) a interprété les Sables de Frécambault comme représentant en partie l'intervalle transgressif (IT) de la séquence AL 5 en se fondant sur la présence de glauconie. Mais la nature grossière des sédiments et la rareté des ammonites suggèrent plutôt que ce corps

sédimentaire correspond à un prisme de bas niveau (PBN). L'intervalle transgressif de la séquence AL 5 est réduit au Gravier à *Opis*, épais de 0,15 m, dans lequel on observe, chez les ammonites, une diversification de la faune d'Hoplitinae avec apparition de nouvelles espèces limitées géographiquement à la Province nord-européenne du Domaine boréal : *Hoplites* (*H.*) *rudis*, *H.* (*H.*) *canavarii*, *Anahoplites osmingtonensis*, *A. planus*, *A. intermedius*, *Euhoplites loricatus* et l'arrivée de 5 % de formes cosmopolites et téthysiennes : *Pictetia*, *Phylloceras*, *Puzosia*, *Beudanticeras*, *Oxytropidoceras* et *Pseudhelicoceras*. Il s'agit de l'*Oxytropidoceras* event d'Amédro (2009). À Saint-Florentin, la surface de transgression (ST) de la séquence AL 5 coïncide avec la limite inférieure du Gravier à *Opis*, tandis que la surface d'inondation maximale (SIM) est représentée par la limite supérieure du même niveau. Au-dessus, les 1,10 m d'argile noire constituant la base des Argiles des Pommerats, datés par les ammonites de la zone à *A. intermedius*, pourraient représenter le prisme de haut niveau (PHN) de la séquence.

b) *Séquence AL 5a*. La surface d'omission présente à 4,25 m et le lit de nodules phosphatés qui la surmonte correspondent à la fois à la limite de séquence et à la surface de transgression. Les 0,15 m d'argile très silteuse situés au-dessus représentent l'intervalle transgressif, une interprétation confirmée par l'augmentation de la teneur en illite et surtout en kaolinite au-dessus du lit de nodules phosphatés (observée également au-dessus des autres surfaces de transgression ; cf. l'analyse des minéraux argileux présentée dans le chapitre suivant). Le prisme de haut niveau correspond aux 0,70 m d'argile qui suivent.

c) *Séquence AL 6*. La séquence AL 6 répète ce qui vient d'être décrit pour la séquence précédente. La base de la séquence est située à 5,10 m. La surface d'inondation maximale qui sépare les deux prismes sédimentaires est quant à elle placée vers le niveau 5,30 m où la teneur en silt, déduite des descriptions lithologiques, diminue brutalement, à la limite entre les zones d'ammonites à *Dimorphoplites niobe* et à *Dimorphoplites biplicatus*.

d) *Séquence AL 6a*. On retrouve de nouveau le schéma présenté pour les séquences AL 5a et AL 6 avec une limite de séquence et surface de transgression située à 6,50 m. Les 0,20 m de sable argileux qui surmontent la surface d'omission sont toutefois plus grossiers que dans les deux séquences précédentes, plus cohérents, finement glauconieux, avec une densité plus élevée en nodules phosphatés et contiennent une abondante macrofaune d'ammonites, inocérames et petites huîtres. L'intervalle transgressif est ici très bien exprimé. La surface d'inondation maximale est interprétée au niveau où le sable et la glauconie disparaissent, à 6,70 m.

e) *Séquence AL 7-8*. C'est ici, dans la carrière du Bois des Joncs, que se trouve la coupe la plus démonstrative de tout le Bassin de Paris en ce qui concerne la reconnaissance des prismes sédimentaires de la séquence AL 7-8. L'intervalle transgressif débute par une surface de ravinement située à 8,70 m, surmontée d'un lit de nodules phosphatés qui coïncide avec le « *Dipoloceras event* » d'Amédéo (2009). Il s'agit à la fois de la limite de séquence et de la première surface d'inondation, c'est-à-dire de la surface de transgression. Le prisme sédimentaire lui-même, épais de 3,40 m, est parsemé sur toute sa hauteur de nombreuses empreintes d'inocérames appartenant à l'espèce *Actinoceramus sulcatus*. À 0,50 m au-dessus de la base du prisme sédimentaire, c'est-à-dire au niveau 9,20 m, une ligne de nodules phosphatés noirs, arrondis, de 3 à 5 cm, dont certains sont des moules internes de bivalves (*A. sulcatus* et *Nucula pectinata*) représente une seconde surface d'inondation. Au point de vue lithologique, l'intervalle transgressif de la séquence AL 7-8 est constitué à la base par un sable argilo-glaucieux contenant des nodules phosphatés, puis par une argile silteuse légèrement glauconieuse, avec une teneur en glauconie qui diminue progressivement vers le haut, et enfin par une argile marneuse. Les 0,40 m supérieurs sont consolidés, mais non durcis, riches en moules internes d'*A. sulcatus*, de rhynchonelles à côtes fines et d'ammonites (*Metaclavites compressus*, *Mortoniceras pricei* et *Hysterocheras orbigny*). Quelques nodules phosphatés centimétriques beiges sont présents à la limite supérieure du banc qui est soulignée par une surface d'omission et coïncide avec le niveau de disparition de l'inocérane *A. sulcatus*. Il s'agit de la surface d'inondation maximale, située à 12,10 m. Les 0,90 m supérieurs, constitués d'argile marneuse et caractérisés par une moins grande diversité de la macrofaune, sont interprétés comme représentant le prisme de haut niveau.

f) *Séquence AL 9*. Seule la partie inférieure de l'intervalle transgressif de la séquence AL 9 est recoupée dans la carrière du Bois des Joncs. La surface de ravinement présente à 13,00 m correspond à la fois à la limite de séquence et à la surface de transgression. L'argile sableuse présente immédiatement au-dessus, recoupée sur 0,50 m d'épaisseur, très glauconieuse, verdâtre, débutant à la base par un gravier riche en grains de quartz de 2 à 5 mm et en nodules phosphatés beiges dont l'un a fourni un moule interne de *Mortoniceras (M.) pricei*, représente l'intervalle transgressif. Dans l'Aube, la surface d'inondation maximale de la séquence AL 9 est placée au sommet du *hardground* l'Étape qui définit également la limite entre les Argiles tégulines de Courcelles et les Marnes de Brienne (Amédéo *et al.*, 1995). Dans l'Yonne, la succession lithologique est probablement assez comparable à celle de

l'Aube, mais la limite entre les Argiles des Pommerats et les Marnes de Brienne n'a pas été atteinte sur le front de taille.

La minéralogie des argiles

Méthodologie

La composition de la fraction argileuse des Argiles des Pommerats est étudiée par diffraction des rayons X à partir des 36 échantillons prélevés sur toute la hauteur de la formation dans la carrière du Bois des Joncs à Saint-Florentin entre le niveau 3,25 m, situé dans la zone d'ammonites à *Anahoplites intermedius*, juste au-dessus du Gravier à *Opis* et le niveau 11,25 m localisé dans la partie moyenne de la zone à *Mortoniceras pricei*.

Après un broyage léger au mortier, les échantillons sont délités dans l'eau distillée puis décarbonatés à l'aide d'acide chlorhydrique 0,2 N. Le résidu insoluble est ensuite centrifugé afin d'éliminer l'excès d'acide puis rincé plusieurs fois à l'eau distillée jusqu'à défloculation des minéraux argileux qui sont alors en suspension. Celle-ci est agitée fortement pendant une minute puis mise à décanter durant 1h35 minutes. Les deux centimètres supérieurs de la suspension sont alors prélevés avec une seringue puis centrifugés afin d'obtenir un culot constitué par la fraction argileuse (particules de taille inférieure à 2 µm). Ce culot est ensuite étalé sur une lame de verre rainurée, elle-même passée au diffractomètre à rayons X, d'abord sans traitement, puis après saturation par l'éthylène-glycol puis après chauffage à 490°C pendant 2 heures. Le détail de ce protocole analytique est donné par Holtzapffel (1985a).

Résultats

Les proportions relatives des différents minéraux argileux identifiés dans les Argiles des Pommerats à Saint-Florentin sont présentées dans la figure 3. Les assemblages argileux de l'Albien moyen et supérieur sont majoritairement constitués d'illite (17 à 35 %), d'interstratifiés illite-smectite irréguliers de type Ro que nous appellerons smectite pour simplifier (13 à 70 %) et de kaolinite (13 à 44 %). Dans la partie inférieure des Argiles des Pommerats, on trouve également des traces de chlorite (dans l'intervalle 3,25 m - 7,20 m) ainsi que de la vermiculite (entre 3,25 m et 4,40 m) dont les proportions peuvent atteindre 12 % environ. À ces minéraux argileux, s'ajoutent de faibles quantités de quartz et occasionnellement de goéthite notamment à la base de la coupe. L'évolution des assemblages argileux permet de distinguer quatre intervalles.

À la base de la coupe, dans le premier intervalle (3,25 m - 4,40 m) qui couvre la plus grande partie de la zone à *Anahoplites intermedius*, l'illite et la kaolinite sont abondantes et associées à des traces de chlorite et à de la vermiculite. Dans le second intervalle (4,60 m - 7,00 m) englobant la zone à *Dimorphoplites niobe* et la moitié inférieure de la zone suivante à *Dimorphoplites biplicatus*, les proportions d'illite et de kaolinite diminuent tandis que les proportions de smectite

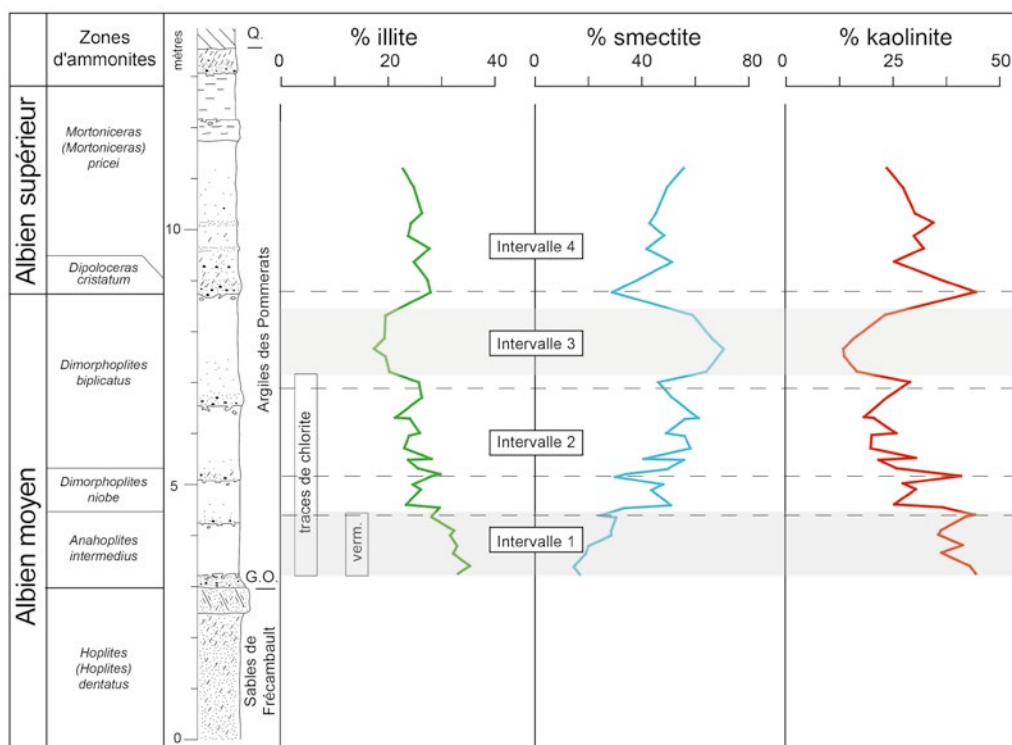


Fig. 3. – Minéralogie des Argiles des Pommerats dans la coupe de la carrière du Bois des Joncs à Saint-Florentin (Yonne). G.O.: Gravier à Opis; Q.: Quaternaire; verm.: vermiculite. Les traits en pointillés matérialisent la correspondance entre les surfaces d'omission (limites de séquences) et les fortes proportions d'illite et de kaolinite.
 Fig. 3. – Clay mineralogy of the « Argiles des Pommerats Formation » outcropping in the Bois des Joncs quarry at Saint-Florentin (Yonne). G.O.: Gravier à Opis; Q.: Quaternary; verm.: vermiculite. Dashed lines indicate the correspondence between omission surfaces (sequence boundaries) and the increasing proportions of illite and kaolinite.

augmentent progressivement. On note encore la présence de traces de chlorite, mais la vermiculite est désormais absente. Le troisième intervalle (entre 7,20 m et 8,30 m), correspondant au sommet de la zone à *D. biplicatus*, se caractérise par de très fortes proportions de smectite aux dépens des proportions d'illite et de kaolinite. On note également l'absence de chlorite dans cet intervalle. Enfin, dans le quatrième intervalle (8,75 m à 11,25 m qui correspond au dernier prélèvement), l'assemblage minéralogique s'apparente à celui qui a été identifié dans le deuxième intervalle.

Les proportions relatives en smectite et en kaolinite fluctuent fortement et de manière antagoniste le long de la coupe. La kaolinite est particulièrement abondante (plus de 40 %) par rapport à la smectite (environ 20 %) dans la zone à *Anahoplites intermedius*. Plus haut dans la succession sédimentaire, les proportions de kaolinite diminuent (autour de 25 %) par rapport à celles de smectite qui atteignent 60 à 70 %, mais on note toutefois un accroissement des proportions de kaolinite au niveau ou immédiatement au-dessus des surfaces d'omission bioturbées, plus silteuses et présentant des graviers phosphatés.

Les assemblages argileux : un indicateur des changements climatiques et des variations du niveau marin

La composition minéralogique des argiles albiennes de la coupe de Saint-Florentin est conforme à ce qui est connu

ailleurs dans le Bassin anglo-parisien. Dans le Boulonnais, les argiles à faciès Gault de la Formation de Saint-Pô présentent une fraction argileuse majoritairement constituée d'illite, de kaolinite et de smectite (Holtzapffel, 1985b) de même que dans la coupe de l'île de Wight (Gale *et al.*, 1996). À la base des argiles des Pommerats (dans la zone à *Anahoplites intermedius*), les assemblages minéralogiques riches en illite et kaolinite, associées à de la chlorite et à de la vermiculite, présentent un caractère détritique très marqué indiquant l'érosion active des bordures continentales tandis que plus haut dans la succession sédimentaire, l'accroissement relatif en smectite traduit une érosion plus superficielle des masses continentales. Cette tendance reflète vraisemblablement le caractère transgressif à long terme des dépôts albiens. L'accroissement progressif des proportions de smectite est particulièrement net au sein des zones à *Dimorphoplites niobe* et à *D. biplicatus* (intervalles 2 et 3). Cette observation, cohérente avec celles qui ont été réalisées dans les forages Andra de l'Aube (Corentin *et al.*, 2020), pourrait traduire l'installation d'un climat semi-aride à la fin de l'Albien moyen. Ce type de climat plus sec contrarie en effet le remaniement des illites provenant du substratum des massifs varisques bordant le Bassin anglo-parisien et ne permet pas la formation de proportions importantes de kaolinite dans les sols. Dans ces conditions une sédimentation argileuse davantage dominée par la smectite se met en place.

Dans le détail, il est intéressant de noter que les proportions plus importantes de kaolinite (et d'illite dans une moindre mesure) coïncident avec les surfaces remarquables interprétées comme étant des limites de séquences de troisième ordre amalgamées avec des surfaces de transgression. Cette correspondance résulte vraisemblablement du fait que les baisses du niveau marin provoquent une reprise de l'érosion sur les bordures continentales apportant ainsi davantage d'illite et de kaolinite. Par ailleurs, ces deux minéraux sédimentent préférentiellement près des côtes par rapport à la smectite davantage exportée vers le large. Il faut toutefois noter que l'accroissement des proportions d'illite est vraisemblablement en partie imputable à la présence de glauconie (illite ferrière). Le contrôle eustatique (cycles de 3^e ordre) de la sédimentation argileuse est ici évident. Il s'exprime très nettement au passage Albien moyen/Albien supérieur où l'influence de l'installation d'un climat plus humide se superposant aux influences eustatiques est toutefois probable (Corentin *et al.*, 2020).

En définitive, l'analyse à haute-résolution de la minéralogie des argiles de la coupe de Saint Florentin révèle un contrôle climato-eustatique. La tendance transgressive à long terme (cycles eustatiques de 1^{er} et 2^e ordre) qui caractérise l'Albien s'exprime par un relais des illites et kaolinites abondantes à la base de la coupe par les smectites. À l'échelle du troisième ordre, la coïncidence entre les surfaces d'omission matérialisant des limites de séquences amalgamées avec des surfaces de transgression et l'accroissement des proportions d'illite et de kaolinite suggérant une reprise d'érosion indiquent un contrôle eustatique évident de la sédimentation argileuse. À l'influence des variations du niveau marin se superposent des changements climatiques de grande ampleur avec notamment l'installation d'une période plus aride à la fin de l'Albien moyen.

LES ARGILES DES POMMERATS : UNE SUCCESSION SÉDIMENTAIRE CONDENSÉE

La carrière du Bois des Joncs à Saint-Florentin recoupe les Argiles des Pommerats sur 10,50 m de hauteur. Si l'on considère que les deux derniers décimètres du niveau repère (13) ne sont pas atteints dans l'affleurement, l'épaisseur totale de la formation peut raisonnablement être estimée à 10,70 m. Cinq cycles eustatiques de 3^e ordre sont enregistrés au sein des argiles albiennes à faciès Gault à Saint-Florentin : les séquences AL 5, AL 5a, AL 6, AL 6a et AL 7-8. Cinq zones d'ammonites y sont également identifiées : dans l'Albien moyen, les zones successives à *Anahoplites intermedius*, à *Dimorphoplites niobe* et à *Dimorphoplites biplicatus*, dans l'Albien supérieur, les zones à *Dipoloceras cristatum* et à *Mortoniceras pricei*. Selon les datations les plus récentes publiées par la Commission stratigraphique internationale

[ICS, 2020], la durée de l'étage Albien a été estimée à 12,5 mA, avec une incertitude d'environ +/- 0,3 mA. D'un autre côté, 21 zones d'ammonites sont actuellement reconnues dans l'Albien d'Europe occidentale. Ces données et la connaissance de l'épaisseur des Argiles des Pommerats à Saint-Florentin permettent d'estimer le taux moyen de sédimentation lors de la mise en place de l'unité lithologique à 0,3 cm/ka, ce qui correspond à un dépôt de vase d'environ 1 cm/ka avant compaction et diagenèse en admettant une porosité initiale du sédiment argileux de 70 % et une réduction totale de la porosité après enfouissement (Cojan & Renard 2013).

Qu'en est-il dans la vallée de l'Aube, à 75 km au nord-est de Saint-Florentin, et plus exactement à Vallentigny près de Brienne-le-Château ? La figure 4 présente une comparaison des successions lithologiques recoupant le même intervalle dans l'Yonne et dans l'Aube. Son examen montre la continuité de tous les niveaux repères événementiels à caractère lithologique ou bio-écologique entre les deux régions. Il en est de même pour les prismes sédimentaires des séquences de 3^e ordre. En revanche, l'enregistrement sédimentaire diffère sensiblement, non dans la nature des dépôts, mais en ce qui concerne les épaisseurs. L'intervalle compris entre les niveaux repères (8) à (13) mesure en effet 38,91 m à Vallentigny. Le taux de sédimentation atteint ici 1,2 cm/ka, soit environ 4 cm/ka de vase avant compaction.

En allant du nord-est vers le sud-ouest, on passe pour le même intervalle de près de 39 mètres d'enregistrement sédimentaire dans l'Aube à moins de 11 mètres dans l'Yonne, soit une réduction d'épaisseur de 72 % entre les deux régions. Suivant la terminologie en usage actuellement en stratigraphie, et plus particulièrement en sédimentologie, les Argiles des Pommerats sont une formation condensée.

Le remplissage des bassins sédimentaires dépend des variations eustatiques du niveau marin, des apports sédimentaires et de la subsidence. Dans le cas présent, les variations eustatiques sont identiques dans l'Aube et dans l'Yonne, les apports sédimentaires *a priori* assez comparables. Reste la subsidence. Mais un autre paramètre est également à prendre en compte lorsque l'on interprète une coupe : sa localisation géographique au sein du bassin. L'enregistrement sédimentaire diffère en effet selon que l'on se trouve en position centrale ou plus marginale sur la bordure du bassin.

Durant une grande partie de l'Albien inférieur et la première moitié de l'Albien moyen, la partie méridionale du Bassin de Paris proche du Massif central, qui correspond à une aire allant du Cher à la Nièvre et à l'Yonne et inclut de ce fait les environs de Saint-Florentin, est le siège d'importants dépôts sableux mis en place sous une faible tranche d'eau dans un environnement de *shoreface* (quelques mètres à une ou deux dizaines de mètres) comme le montre la présence fréquente de couches à litage oblique au sein des Sables de la Puisaye et des Sables de Frécambault. Les analyses morphoscopiques réalisées sur ces sables montrent que les grains

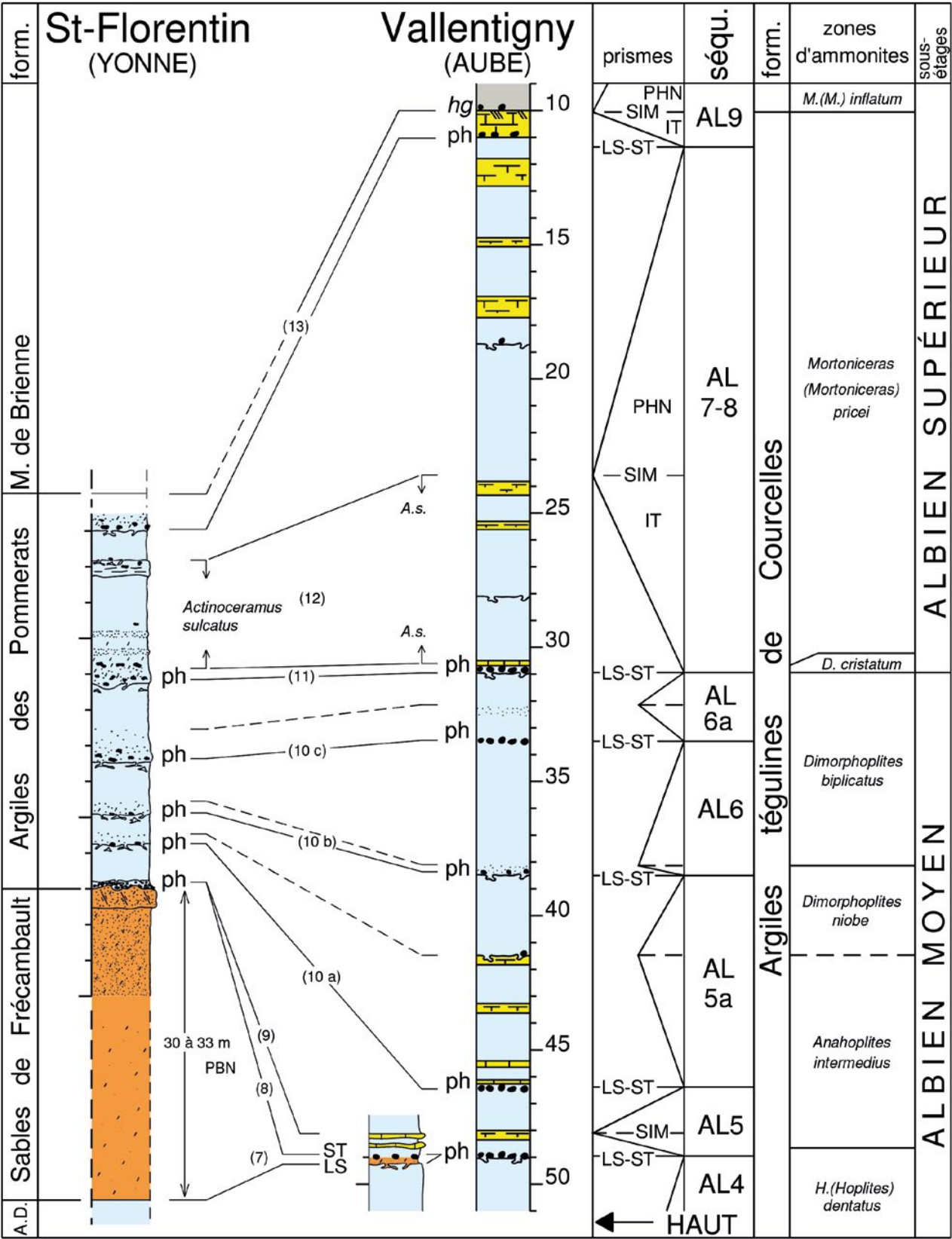


Fig. 4. — Comparaison au sein des argiles albiennes à faciès Gault du sud-est du Bassin de Paris entre les Argiles des Pommerats à Saint-Florentin (Yonne) et la moitié supérieure des Argiles téglines de Courcelles à Vallentigny (Aube). Les deux coupes ne sont pas présentées à la même échelle en raison du caractère condensé de l'enregistrement sédimentaire à Saint-Florentin. A.D. : Argiles des Drillons. Fig. 4. — Comparison across the Albian Gault clays between the « Argiles des Pommerats Formation » from Saint-Florentin (Yonne) and the upper half of the « Argiles téglines de Courcelles Formation » from Vallentigny (Aube). Because the sedimentary succession is condensed at Saint-Florentin, the sections are not drawn at the same scale. A.D.: Argiles des Drillons

sont très émousés et les minéraux très altérés. Il s'agit de sédiments très matures qui ont été soumis à un transport et une agitation importants, ce que confirme leur bon classement déduit des analyses granulométriques (Courel *et al.*, 1972). Ces sables ne proviendraient pas de l'érosion du Massif central voisin, mais seraient des reprises de sables déposés antérieurement pendant le Crétacé inférieur (sables néocomiens, sables barrémiens à faciès wealdiens, sables gargasiens) (Courel *et al.*, 1972). Ces remaniements pourraient résulter, selon nous, des déformations tectoniques ayant affecté le Bassin de Paris durant l'Aptien supérieur, avec en particulier une exhumation et un décapage des bordures nord-est et sud-ouest du bassin comme en témoignent les discordances angulaires mises en évidence par Guillocheau *et al.* (1999). Pendant le même intervalle de temps, l'aire située au nord-est de Saint-Florentin, incluant le département de l'Aube, est caractérisée par la sédimentation d'argiles à faciès Gault sous une tranche d'eau plus importante, comprise entre 40 et 60 m (Gale & Owen, 2010), dans un milieu d'*offshore* supérieur dans la mesure où une quinzaine de dépôts de tempêtes sont enregistrés (Amédéo *et al.*, 2017, 2019).

Comment expliquer maintenant le caractère condensé des Argiles des Pommerats déposées durant la seconde moitié de l'Albien moyen et à la base de l'Albien supérieur ? La réduction d'épaisseur des argiles albiennes à faciès Gault n'est pas un phénomène local, limité à Saint-Florentin, mais concerne toute l'aire équivalente au département de l'Yonne, soit plusieurs centaines de km². L'absence de dépôts de tempêtes au sein de la formation suggère une sédimentation sous une tranche d'eau supérieure à celle décrite précédemment, dépassant probablement 60 m à 80 m, dans un environnement d'*offshore* inférieur. Il en est de même dans l'Aube voisine où continuent à s'accumuler les Argiles tégulines de Courcelles qui ne contiennent également plus de tempestites dans leur moitié supérieure (à partir de la zone à *Dimorphophiles niobe* et au-dessus). Mais une différence importante existe entre les deux régions : l'épaisseur des sédiments accumulés précédemment durant l'Albien inférieur et la base de l'Albien moyen, soit une cinquantaine de mètres dans l'Aube et plus du double dans l'Yonne (les Argiles de l'Armance surmontées de l'épaisse Formation des Sables de la Puisaye). Tout en se déposant sous une tranche d'eau importante, les Argiles des Pommerats ont pu s'accumuler sur une zone haute située sur la marge méridionale du Bassin de Paris, à l'aplomb du prisme sédimentaire constitué par les Sables de la Puisaye et ses prolongements.

CONCLUSION

L'étude détaillée des argiles albiennes à faciès Gault de Saint-Florentin dans l'Yonne, nommées régionalement Argiles des Pommerats, permet d'identifier cinq séquences eustatiques de 3^e ordre au sein de la formation qui est corrélée

à la partie supérieure des Argiles tégulines de Courcelles dans l'Aube. La comparaison des successions de l'Aube et de l'Yonne, distantes de 75 km, révèle le caractère condensé des Argiles des Pommerats. Le dépôt de la formation s'est probablement réalisé dans un environnement d'*offshore* inférieur, sous une tranche d'eau dépassant 60 à 80 m, mais sur une zone haute située sur la marge méridionale du Bassin de Paris à l'aplomb du prisme sédimentaire constitué par les Sables de la Puisaye. L'analyse des minéraux argileux démontre par ailleurs un contrôle climato-eustatique de la sédimentation. À l'influence des variations du niveau marin se superposent des changements climatiques de grande ampleur avec notamment l'installation d'une période plus aride à la fin de l'Albien moyen.

Remerciements

MM. Claude Fricot (51260 Esclavolles-Lurey), Rodolphe Touch (10440 La Rivière de Corps) et Antoine Pictet (Lausanne, CH) nous ont accompagnés dans la carrière du Bois des Joncs à Saint-Florentin. M. Christian Prins (10160 Rigny-le-Ferron) nous a communiqué de précieuses informations sur le contenu macrofaunistique du Gravier à Opis. Qu'ils en soient tous chaleureusement remerciés. Nous remercions également MM. Francis Robaszynski et Alain Trentesaux pour leurs remarques constructives sur le manuscrit initial.

BIBLIOGRAPHIE

- AMÉDÉO F. (1981). – Actualisation des zonations d'ammonites dans le Crétacé moyen du Bassin anglo-parisien. Essai d'une zonation phylétique de l'Albien au Turonien. *Cretaceous Research*, **2** : 261-269.
- AMÉDÉO F. (1992). – L'Albien du bassin anglo-parisien : ammonites, zonation phylétique, séquences. *Bulletin des Centres de Recherche-Exploration-Production d'Elf-Aquitaine*, **16** (1) : 187-233.
- AMÉDÉO F. (2009). – Stratigraphie séquentielle des successions albiennes du bassin anglo-parisien et du bassin de Mons (B.). *Bulletin d'Information des Géologues du Bassin de Paris*, **46** (2) : 12-36.
- AMÉDÉO F., DECONINCK J.-F. & MATRION B. (2019). – L'Albien type de l'Aube (France) : première description litho-biostratigraphique de la totalité des Argiles tégulines de Courcelles. *Bulletin d'Information des Géologues du Bassin de Paris*, **56** (2) : 7-22.
- AMÉDÉO F., MAGNIEZ-JANNIN F., COLLETÉ C. & FRICOT C. (1995). – L'Albien-type de l'Aube, France : une révision nécessaire. *Géologie de la France*, **2** : 25-42, pl. 1-3.
- AMÉDÉO F. & MATRION B. (2008). – Corrélation dans l'Albien de l'Yonne et de l'Aube (lithologie et ammonites). *Bulletin d'Information des Géologues du Bassin de Paris*, **45** (2) : 12-24.

- AMÉDRO F. & MATRION B. (2014). – L'étage Albien dans sa région-type, l'Aube (France) : une synthèse dans un contexte sédimentaire global. *Carnets de Géologie*, **14** (5) : 69-128 ; World Wide Web address: <http://paleopolis.rediris.es/cg/1405/index.html>
- AMÉDRO F., MATRION B., DECONINCK J.-F., HURET E. & LANDREIN P. (2017). – Les forages de Juzanvigny (Aube, France) : litho- biostratigraphie des formations du Barrémien à l'Albien moyen dans l'est du bassin de Paris et datations par les ammonites. *Geodiversitas*, **39** : 185-212.
- AMÉDRO F., MATRION B. & TOUCH R. (2000). – La zone d'ammonite à *Protohoplites* (*Hemisonneratia*) *puzosianus* et sa position dans la zonation réactualisée de l'Albien inférieur du Bassin anglo-parisien. *Bulletin d'Information des Géologues du Bassin de Paris*, **4** : 3-12, pl. 1.
- BARROIS C. (1874). – Sur le Gault et sur les couches entre lesquelles il est compris dans le Bassin de Paris. *Annales de la Société Géologique du Nord*, **II** : 1-61.
- BROMLEY R.G. (1990). – Trace Fossils: biology and taphonomy. *Cambridge University Press*, 280 p.
- COJAN I. & RENARD M., 2013. *Sédimentologie*, 3^e édition. Dunod, 480 p.
- CORENTIN P., DECONINCK J.-F., PELLENARD P., AMÉDRO F., BRUNEAU L., CHENOT É., MATRION B., HURET É. & LANDREIN P. (2020). – Environmental and climatic controls of the clay mineralogy of Albien sediments in the Paris and Vocontian basins (France). *Cretaceous Research*, **108**: 18 p. [Online 10/12/2019] ; DOI:10.1016/j.cretres.2019.104342
- COUREL L., FEUILLÉE P., RAT P., SEDDOH F. & TRESCARTES J. (1972). – Les sables albiens dans le sud-est du Bassin parisien. Analyse sédimentologique. Essai paléogéographique. *Revue de Géographie physique et Géologie dynamique*, **2** (14) : 171-188.
- ÉBRAY Th. (1864). – Stratigraphie de l'étage Albien dans les départements de l'Yonne, de l'Aube, de la Haute-Marne, de la Meuse et des Ardennes. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 2^e série, **20** : 209-220.
- GALE A.S., HUGGETT J.M. & GILL M. (1996). – The stratigraphy and petrography of the Gault Clay Formation (Albian, Cretaceous) at Redcliff, Isle of Wight. *Proceedings of the Geologists' Association*, **107** : 287-298.
- GALE A.S. et OWEN H.G. (2010). – Introduction to the Gault. In YOUNG J.R., GALE A.S., KNIGHT R.I. & SMITH A.B. édit. – Fossils of the Gault Clay. *Palaeontological Association, Field Guide to Fossils*, London, **12** : 342 p., 57 pls.
- GUILLOCHEAU F., ROBIN C., ALLEMAND P., BOURQUIN S., BRAULT N., DROMART G., FRIEDENBERG R., GARCIA J.-P., GAULIER J.-M., GAUMET F., GROSDOY B., HANOT F., LE STRAT P., METTRAUT M., NALPAS T., PIJAC C., RIGOLLET C., SERRANO O. & GRANDJEAN G. (1999) – Évolution géodynamique du Bassin de Paris : apports d'une base de données 3D. *Bulletin d'Information des Géologues du Bassin de Paris*, **36** : 3-35.
- HÉBERT E. (1863). – Observations géologiques sur quelques points du département de l'Yonne. *Bulletin de la Société des Sciences et d'Histoire Naturelle de l'Yonne*, **18** : 40-56.
- HOLTZAPFFEL T. (1985 a). – Les minéraux argileux : préparation, analyse diffractométrique et détermination. *Société Géologique du Nord, Publication*, **12** : 136 p.
- HOLTZAPFFEL T. (1985 b). – Smectites authigènes et glauconitisation dans les Argiles du Gault (Albien du Boulonnais). *Annales de la Société Géologique du Nord*, **CIV** : 33-39.
- HOUDARD J. (1932). – Notes sur l'étage Albien aux environs de Saint-Florentin. *Bulletin de la Société des Sciences et d'Histoire Naturelle de l'Yonne*, **86** : 45-56.
- ICS (International Commission of Stratigraphy) (2020). – International chronostratigraphic chart (v2020/01). World Wide Web address: <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2020-01.jpg> [consulté le 2/04/2020]
- KENNEDY W.J. et LATIL J.-L. (2007). – The Upper Albien succession in the Montlaux section, Hautes-Alpes, France. *Acta Geologica Polonica*, **57** : 453-478.
- LAMBERT J. (1894). – Études comparatives sur la répartition des échinides crétacés dans l'Yonne et dans l'est du Bassin de Paris. *Bulletin de la Société des Sciences et d'Histoire Naturelle de l'Yonne*, **48** : 3-84, pl. 1-2.
- LAUVERJAT J. (1967). – Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique de l'Albien dans le centre du bassin de Paris. Thèse, Faculté des Sciences de Paris, Rapport Bureau de Recherches Géologiques et Minières, DSGR, **67.A15** : 211 p., 28 pl.
- LAUVERJAT J. (1969). – L'Albien de l'Aube et de l'Yonne : corrélations stratigraphiques. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, **269**, D : 1942-1945.
- MÉGNIE C. (1964). – Observations hydrogéologiques sur le Sud-Est du bassin de Paris. Les circulations aquifères dans le Jurassique et le Crétacé de l'Yonne. *Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, **25** : 287 p.
- OWEN H.G. (1971). – Middle Albien Stratigraphy in the Anglo-Paris Basin. *Bulletin of the British Museum Natural History (Geology)*, **8** : 164 p., 3 pl.
- RAT P., MAGNIEZ-JANNIN F., CHATEAUNEUF J.-J., DAMOTTE R., DESTOMBES P., FAUCONNIER D., FEUILLÉE P., MANIVIT H., MONGIN D. & ODIN G.S. (1979). – L'Albien de l'Aube. In: *Les stratotypes français*, C.N.R.S. édition, Paris, **5** : 446 p., 51 pl.

RÉSUMÉ TOUT PUBLIC

LITHOLOGIE ET MINÉRALOGIE DES ARGILES ALBIENNES DE SAINT-FLORENTIN (YONNE)...

Au sud-est du Bassin de Paris, les argiles albiennes (environ -110 millions d'années), nommées « Argiles des Pommerats » dans l'Yonne, affleurent à 1 km à l'ouest de Saint-Florentin dans la carrière du Bois des Joncs. Le front de taille expose le sommet des Sables de Frécambault (vus sur 3 m) et, au-dessus, la quasi-totalité des Argiles des Pommerats (recoupées sur 10,50 m de hauteur, seuls les deux ou trois derniers décimètres de la formation n'étant pas atteints dans l'affleurement). Les Argiles des Pommerats sont des argiles silteuses noires contenant de nombreuses empreintes de bivalves (inocérames) et des ammonites appartenant essentiellement à une famille, les Hoplitinae, caractéristique de la Province nord-européenne du Domaine boréal. Les récoltes d'ammonites montrent que les Argiles des Pommerats couvrent l'intervalle stratigraphique compris entre le sommet de l'Albien moyen et la base de l'Albien supérieur. Six lits de nodules phosphatés bien exprimés sont présents au sein de la succession argileuse. Chacun de ces niveaux est interprété comme une surface de transgression d'une séquence eustatique de 3^e ordre, et souvent aussi comme une limite de séquence. Une comparaison est effectuée avec les séries équivalentes du département de l'Aube, distantes de 75 km. Si la succession des événements lithologiques (lits de nodules phosphatés) et biologiques (apparition ou disparition d'espèces) est la même, en revanche l'enregistrement sédimentaire est bien différent (38,91 m dans l'Aube ; 10,70 m dans l'Yonne) et révèle le caractère condensé des Argiles des Pommerats. La fraction argileuse (particules de taille inférieure à 2 micromètres) des argiles albiennes est constituée principalement de trois minéraux argileux : l'illite, la smectite et la kaolinite. Avant d'être transportés et de sédimenter en milieu marin, les minéraux argileux se forment par altération des roches affleurant sur les continents. Ce sont notamment les conditions climatiques qui favorisent la formation de tel ou tel minéral argileux. Par exemple, la kaolinite se forme sous climat chaud et humide, alors que la smectite se forme dans des conditions plus sèches. Au cours de l'Albien moyen, les proportions de kaolinite diminuent au profit des smectites, ce qui suggère l'installation d'un climat de plus en plus sec, tandis qu'à l'Albien supérieur, la tendance s'inverse suggérant un retour à un climat plus humide.

ALL AUDIENCE ABSTRACT

LITHOLOGY AND CLAY MINERALOGY OF THE ALBIAN FROM SAINT-FLORENTIN (YONNE)...

In the south-east of the Paris Basin, the Albian clays (around -110 million years old), called « Argiles des Pommerats » in the Yonne department, outcrop 1 km west of Saint-Florentin in the "Bois des Joncs" Quarry. The working face shows the summit of the "Sables de Frécambault" Formation (seen over 3 m) and, above them, almost all of the Argiles des Pommerats (10,50 m in height, only the last two or three decimeters of the formation is not visible in the outcrop). The Argiles des Pommerats consist of black silty clays containing numerous bivalves (inoceramids) and ammonites essentially belonging to a family (the Hoplitinae), characteristic of the North European Province of the Boreal Realm. Ammonites show that the Argiles des Pommerats Formation covers the stratigraphic interval between the top of the middle Albian and the base of the upper Albian. Six well-expressed phosphate nodule beds are present within the clay succession. Each of these levels is interpreted as a transgressive surface of a 3rd order eustatic sequence, and often also as a sequence boundary. A comparison is made with the equivalent series of the Aube department, 75 km apart. If the succession of lithological events (phosphate nodule beds) and biological events (appearance or disappearance of species) is the same, the sedimentary recording is very different in thickness (38,91 m in Aube department; 10,70 m in Yonne department) and reveals the condensed nature of the Argiles des Pommerats. The clay fraction (particles less than 2 microns in size) of Albian clays consists mainly of three clay minerals: illite, smectite and kaolinite. Before being transported and deposited in the marine environment, clay minerals are formed by weathering processes of rocks outcropping on continents. It is notably the climatic conditions which favor the formation of the different clay minerals. For example, kaolinite is formed in a hot, humid climate, while smectite is formed in drier conditions. During the middle Albian, the proportions of kaolinite decrease in favor of smectites which suggests the installation of an increasingly drier climate, while in the upper Albian, the trend reverses suggesting a return to more humid conditions.

GÉOCHRONIQUE

n°154

Magazine des Géosciences
Juin 2020 / 20 €

Disponible également sur
notre boutique en ligne
www.geosoc.fr/boutique



en version électronique
ou
en version papier

Le Massif ardennais un jeune massif ancien

une coédition SGF/BRGM

BON DE COMMANDE

Public : Prix par n° : 20 € - **Abonnement 2020 : 56 €**
Adhérent : Prix par n° : 16 € - **Abonnement 2020 : 28 €**

Ci-joint mon règlement pour l'achat de _____ exemplaires de ce numéro (154) soit un total de _____ TTC (frais d'expédition offerts)
ou un abonnement annuel à la revue (4 numéros par an) pour un montant de _____ TTC (frais d'expédition offerts)

- ☐ par chèque à l'ordre de la SGF ☐ par bon de commande administratif
☐ par virement bancaire (les frais sont à votre charge) : IBAN : FR76-3000-4028-3700-0104-5048-494 / BIC : BNPAFRPPAA
☐ par carte bancaire (Visa ou Eurocard-Mastercard)

Nom : _____ N° de carte : _____

Date de validité : _____ N° de sécurité : _____ (7 chiffres au dos de la carte)

Adresse de livraison : Nom et prénom : _____

Adresse : _____

Code postal : _____ Ville : _____

Téléphone : _____ EMail : _____

Adressez votre règlement accompagné de ce bon de commande à l'adresse suivante :
Société géologique de France - 77 rue Claude Bernard - 75005 Paris