

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

Francis AMÉDRO

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

Bertrand MATRION

1er rue du Pont, F-10450 Bréviandes (France)
et Université de Bourgogne-Franche-Comté, UMR 6282, CNRS, Biogéosciences, 6 boulevard Gabriel, F-21000 Dijon (France)
bertrand.matrion@sfr.fr

Jean-François DECONINCK

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

Emilia HURET

ANDRA, Direction de la recherche et développement, Service géologie et environnements de surface, 1-7 rue Jean Monnet, parc de la croix blanche, F-92298 Châtenay-Malabry cedex (France)
emilia.huret@andra.fr

Philippe LANDREIN

ANDRA, Direction de la recherche et développement, Service géologie et environnements de surface, Centre de Meuse/Haute-Marne, RD 960, F-55290 Bure (France)
philippe.landrein@andra.fr

Publié le 30 juin 2017

urn:lsid:zoobank.org:pub:69CD03C2-9A87-4392-B8A3-81218206D05E

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 (2): 185-212. <https://doi.org/10.5252/g2017n2a2>

RÉSUMÉ

Dans le département de l'Aube, région stratotypique de l'étage Albien, plusieurs forages réalisés en 2013 ont traversé la plus grande partie des Argiles tégulines de Courcelles ou « Gault » *auct.* (Albien inférieur et moyen), les Sables verts de l'Aube (Aptien supérieur), les Argiles à Plicatules (Aptien inférieur), les Sables et argiles bariolées (Barrémien supérieur) et la partie supérieure des Argiles ostréennes (Barrémien inférieur). Une description lithologique détaillée de la succession est réalisée dans le but d'améliorer la connaissance du Crétacé inférieur de la bordure orientale du bassin de Paris dont les affleurements sont peu nombreux et discontinus. En ce qui concerne l'étage Albien, l'extension latérale importante de nombreux niveaux repères correspondant à des événements lithologiques et bio-écologiques et les attributions stratigraphiques fondées sur les ammonites conduisent à proposer des corrélations précises avec d'autres coupes dans l'Aube, l'Yonne et le Perthois.

MOTS CLÉS
litho-biostratigraphie,
Albien,
Aptien,
Barrémien,
France,
Aube,
bassin de Paris,
ammonites.

EXTENDED ABSTRACT

The Juzanvigny boreholes (Aube, Northern France): litho-biostratigraphy of Barremian to the middle Albian formations in Eastern Paris Basin and datations based on ammonites.

In 2013, several boreholes were drilled in northern France, close to Juzanvigny in the Aube department, which is the type area of the Albian stage. From the top to the base of the boreholes, several formations including the “Argiles tégulines de l’Aube”, namely the “Gault” *auct* (lower and middle Albian), the “Sables verts de l’Aube” (upper Aptian), the “Argiles à Plicatules” (lower Aptian), the “Sables et argiles bariolées” (upper Barremian) and the top of the “Argiles ostréennes” (lower Barremian) were recovered. A detailed description of the lithological succession was performed to improve knowledge of the Lower Cretaceous of the eastern Paris basin.

The main results are the following:

- Regarding the Gault Clay, corresponding to the “Argiles tégulines de l’Aube” (Albian) the conjunctive use of marker beds (litho- and bio-ecoevents recognized in a large area across the Paris basin) and paleontological data (ammonites) leads to propose accurate correlations with other sections in Aube, Yonne and the Perthois;
- a thin layer of glauconitic sandy clay located in the lower part of the “Argiles tégulines de Courcelles” reached the Aube valley diluting gradually. This sandy layer originated from the “Sables des Drillons” well-known in the Yonne area. The lower limit of this lithological unit is dated from the *Ottophilites subhilli* ammonite zone, while its upper limit is diachronic. Sandy facies are thinning northward and are replaced by clays;
- the lower part of the “Argiles tégulines de Courcelles”, equivalent to the “Argiles de l’Armanche” from Yonne, considerably thins to the north and passes laterally to glauconitic sands (“Albian Greensand”);
- along the eastern edge of the Paris Basin, between the Meuse to the north and Yonne to the south, the Lower Greensand is made up of several lithological units, from top to bottom: “Albian Greensand” (lower Albian), “Sables verts de l’Aube (upper Aptian, likely Clansayesian) and the “Sables d’Outines Formation” newly created following stratigraphic rules of nomenclature and replacing the “white Sands” that are actually glauconitic (upper Aptian, likely Gargasian);
- the “Argiles à Plicatules” Fm exhibits a cyclicity in its upper part and encompasses the ammonite zones *Deshayesites deshayesi* and *Tropaeum bowerbanki* from the Lower Aptian (Bedoulian);
- the “Sables et argiles bariolées”, wealden facies, are not marine deposits that have undergone lateritic weathering as recently suggested by some authors, but correspond to continental deposits;
- pluridecimeteric levels of “sanguine” corresponding to bright red, iron oxide platelets described in outcrops at upper and lower limits of the “Sables et argiles bariolées”, have a secondary origin. Finally, the “Argiles ostréennes” Fm consists at least in part, of a series of rhythmic tempestites.

KEY WORDS

Litho-biostratigraphy,
Albian,
Aptian,
Barremian,
France,
Eastern Paris basin,
ammonites.

INTRODUCTION

La connaissance du sous-sol des bassins sédimentaires en général et du bassin de Paris en particulier repose sur plusieurs types d’investigation : les profils géophysiques, les affleurements, souvent rares, limités en extension et éphémères et les sondages. Dans la plupart des cas, il s’agit de forages pétroliers ou de recherche en eau pour lesquels on dispose de diagraphies, parfois de « cuttings », mais rarement de carottages. Les forages carottés décrits dans cet article, réalisés par l’Andra en 2013 le long de la bordure orientale du bassin de Paris, constituent une excellente opportunité d’établir des levés litho-biostratigraphiques avec un degré de résolution compris entre 1 et 5 cm, une précision jamais atteinte à l’échelle régionale. Pour la première fois, une succession stratigraphique de référence est construite pour les étages allant de l’Albien moyen au Barrémien dans l’aire correspondant à la limite entre les départements de l’Aube et de la Haute-Marne. Les résultats obtenus complètent vers le bas les levés lithologiques détaillés entrepris à l’affleurement depuis plus de deux décennies dans le stratotype de l’étage Albien (Amédéo *et al.* 1995 ; Amédéo & Matignon 2007, 2014).

Ce travail étant uniquement à caractère litho- et biostratigraphique, il n’est pas proposé de reconstitutions précises des environnements de dépôts ni d’interprétation séquentielle de l’ensemble des coupes. Cet objectif aurait nécessité une étude sédimentologique, un examen détaillé des faciès et des microfaciès, ainsi que des analyses micropaléontologiques afin de préciser l’attribution stratigraphique des unités lithologiques n’ayant pas fourni d’ammonites, ce qui n’était pas notre propos. Seules quelques allusions ponctuelles aux séquences eustatiques de 3^e ordre sont apportées çà et là lorsqu’une opportunité le permet.

CADRES GÉOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE

LOCALISATION DES FORAGES LE LONG

DE LA BORDURE ORIENTALE DU BASSIN DE PARIS

Les formations du Crétacé inférieur affleurant le long de la bordure sud-est du bassin de Paris traversent en diagonale les départements de la Marne, de l’Aube et de l’Yonne en formant une bande d’environ 150 km de long sur 10 à 15 km de large,

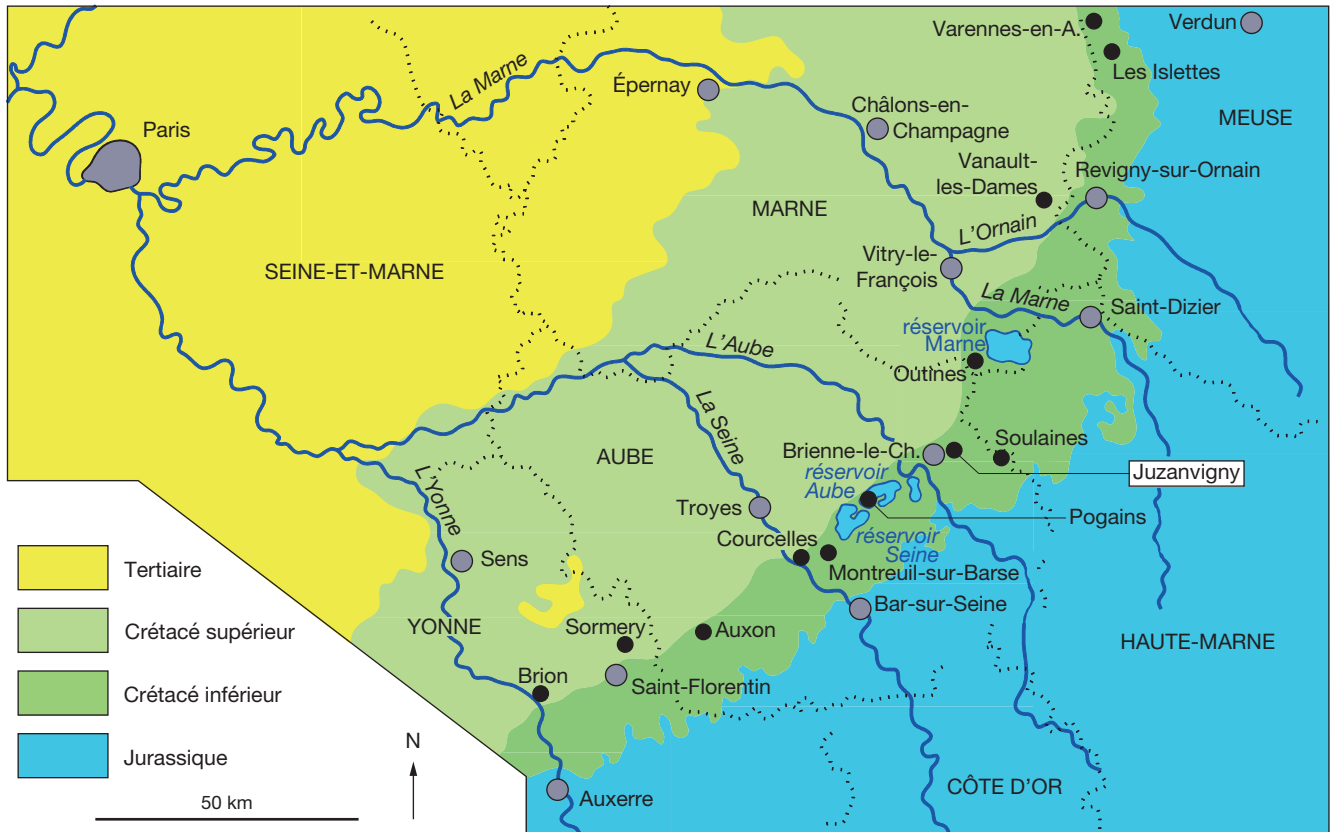


FIG. 1. — Situation géographique des coupes, forages et localités citées dans le texte.

orientée NE-SO (Fig. 1). Les forages Andra de la campagne 2013, au nombre de 6 et indexés AUB 111, AUB 121, AUB 131, AUB 141, AUB 151 et AUB 161, ont été réalisés dans la partie septentrionale du département de l'Aube entre les communes de Brienne-le-Château et de Soulaing-Dhuys (Fig. 2). Ils ont traversé les $\frac{2}{3}$ inférieurs des Argiles tégulines de Courcelles (Albien *pars*), les Sables verts de l'Aube (Aptien supérieur), les Argiles à Plicatules (Aptien inférieur), les Sables et argiles bariolées (faciès wealdiens attribués au Barrémien supérieur) et se sont arrêtés dans les Argiles ostréennes (Barrémien inférieur), à des profondeurs comprises entre 90 et 130 m sous la surface du sol. Deux forages, AUB 111 et AUB 121, situés sur la commune de Juzanvigny, ont été analysés dans le détail, avec description fine des lithofaciès, des biofaciès et la recherche systématique de macrofaune. Le premier d'entre eux (AUB 111), pris comme référence, est décrit dans la suite du texte tandis que la description du second est placée en annexe. Ces forages sont préservés dans les locaux de l'Andra dans l'Aube. Le matériel paléontologique collecté lors du débitage des carottes est quant à lui déposé dans les collections de l'Université de Bourgogne-Franche-Comté à Dijon.

LES FORMATIONS TRAVERSÉES PAR LES FORAGES

Du haut vers le bas, les formations traversées en totalité ou en partie dans les forages AUB 111 et AUB 121 sont les suivantes.

Argiles tégulines de Courcelles (Leymerie 1841 ; terme émis par Amédéo & Matrimon 2007)

Les « Argiles tégulines » tirent leur nom de leur emploi au XIX^e siècle pour la fabrication des tuiles (Leymerie 1841). La mise en conformité de la nomenclature des formations avec les règles stratigraphiques internationales a conduit Amédéo & Matrimon (2007) à proposer l'adjonction d'un nom géographique aux « Argiles tégulines » qui sont devenues les « Argiles tégulines de Courcelles ». Il s'agit du « Gault » *auctorum*. Comme les Marnes de Brienne qui les surmontent, les Argiles tégulines de Courcelles font partie de la série type de l'étage Albien créé par d'Orbigny en 1842 (1842b) et « dont le département de l'Aube en offre le plus beau développement » (d'Orbigny 1852). La synthèse d'Amédéo & Matrimon (2014) résume l'ensemble des connaissances actuelles sur le stratotype.

Sables verts de l'Aube (Cornuel 1839 ; terme émis par Rat et al. 1979)

Les « Sables verts inférieurs » ou plus simplement « Sables verts » sont la traduction française du terme britannique « Lower Greensand » par Cornuel (1839). Pour la même raison qu'exprimée ci-dessus, Rat et al. (1979) ont renommé cette unité lithologique « Sables verts de l'Aube ». La formation est constituée de sables glauconieux, grossiers à la base, plus fins vers le haut et montre fréquemment des intercalations un peu plus argileuses dans le tiers inférieur.

Argiles à Plicatules (Cornuel 1839)

Il s'agit d'argiles gris-noir, plus ou moins silteuses, contenant des plicatules éparses (*Plicatula placunea* Lamarck, 1819) et riches dans les 2 à 5 m inférieurs en exogyres (*Exogyra aquila* d'Orbigny, 1846). Les parties moyenne et supérieure de la formation contiennent une abondante faune de petites ammonites pyriteuses.

Sables et argiles bariolées (de Cossigny 1887)

Le terme de «Sables et argiles bariolés» créé par de Cossigny (1887) est un synonyme junior des «Argiles et sables bigarrés» (Leymerie 1841) et des «Sables et argiles panachés» (de Cossigny 1881). La nature de la formation nous semble mieux dépeinte dans la première appellation d'où son usage malgré le non respect de la règle d'antériorité. À la différence de l'orthographe d'origine, l'accord de l'adjectif est ici volontairement effectué au féminin dans la mesure où ce sont les argiles qui sont bariolées et non les sables. Il s'agit des faciès wealdiens largement représentés dans l'ensemble du bassin de Paris.

Argiles ostréennes (Cornuel 1839)

Le nom est tiré de la profusion d'huîtres de grandes tailles (8 à 12 cm) présentes dans la formation. Le plus souvent, il s'agit de l'espèce *Ostrea leymerii* Leymerie, 1842. Ces argiles, généralement noires, sont entrecoupées de petits bancs calcaires et de lumachelles à exogyres.

DESCRIPTION DU FORAGE ANDRA AUB 111 DE JUZANVIGNY (AUBE)

Le forage AUB 111 décrit ci-dessous (coordonnées Lambert zone 1 : X = 766,464 ; Y = 1081,778 ; Z = 122,84 m) de même que le forage AUB 121, ont fait l'objet de plusieurs échantillonnages sur les carottes, à des fins géotechniques avant les levés lithologiques. Ces manques sont représentés par des croix sur les figures. Les prélèvements d'une épaisseur inférieure à 10 cm ne sont pas indiqués en raison de l'échelle utilisée. Du haut vers le bas, la coupe montre la succession suivante (Fig. 3A, B) :

FORMATIONS SUPERFICIELLES ET ARGILE ALTÉRÉE 0 à 5,45 m

ARGILES TÉGULINES DE COURCELLES (RECOUPÉES SUR 64 M) : ALBIEN MOYEN ET INFÉRIEUR 5,45 à 12,85 m

42 % des carottes de sondage manquent dans l'intervalle en raison de prélèvements. Dans les portions restantes, on observe une argile gris foncé, pauvre en macrofaune, avec un horizon d'abondance en serpules à 7,00-7,20 m et deux empreintes d'inocérames : *Actinoceramus concentricus* (Parkinson, 1819) à 10,40 et 11,60 m.

12,85 à 20,80 m

Argile gris foncé, riche en empreintes d'*Actinoceramus concentricus*, parsemée de traces fossiles de type *Chondrites* et de quelques nodules phosphatés centimétriques beige, avec un horizon plus riche en nodules phosphatés à 16,65 m. Quelques bancs carbonatés

décimétriques, limités au sommet par des surfaces d'omission bioturbées suivant la terminologie définie par Juignet & Kennedy (1974), sont présents à 12,85 m, 13,65 m, 13,85 m, 18,95 m et 20,50 m. Les ammonites sont fréquentes avec, entre 13,50 m et la base de l'intervalle, *Anahoplites planus* (Mantell, 1822) et *Anahoplites intermedius* Spath, 1925.

20,80 à 20,90 m

Lit sablo-argileux contenant des graviers phosphatés noirs, encadré par des horizons centimétriques remplis de débris de coquilles de bivalves, ni encroûtés, ni perforés (*Nucula*, *Actinoceramus* et *Plicatula*).

20,90 à 21,60 m

Argile gris foncé, légèrement micacée, riche en *Chondrites*, très fossilifère, avec en particulier des serpules, de très nombreux *A. concentricus* et des échinides spatangoides (*Hemiaster*), tous préservés sous la forme de moules internes argileux écrasés pourvus de restes de coquille ou du test.

21,60 à 21,63 m

Lit de nodules phosphatés centimétriques beige, riche en ammonites, avec *Hoplites* (*Hoplites*) *dentatus* (J. Sowerby, 1821), *H. (H.) rudis* Parona & Bonarelli, 1897 (2 exemplaires) et *H. (H.) canavarii* Parona & Bonarelli, 1897.

21,63 à 29,50 m

Argile noire, finement micacée, comprenant quelques *Chondrites*, de nombreuses empreintes d'inocérames (*A. concentricus*), quelques plicatules, *Nucula*, *Hemiaster* et présentant des lits centimétriques de débris de bivalves (petites huîtres, inocérames, *Nucula*) à 24,80 et 28,30 m. Quelques nodules phosphatés centimétriques marron ou beige et des nodules de pyrite sont épars dans la masse de l'argile. Un lit continu d'empreintes argileuses nacrées d'ammonites appartenant à l'espèce *Hoplites* (*H.*) *dentatus* est présent à 22,71 m. L'espèce est également fréquente sur toute la hauteur de l'intervalle (plus d'une dizaine d'exemplaires identifiés). À la différence de ce que l'on observe au-dessus et au dessous, la population d'ammonites est ici monospécifique.

29,50 à 30,20 m

Argile identique à celle décrite ci-dessus, mais avec une faune d'ammonite plus diversifiée, caractérisée par la présence de nombreux *Protanisoceras* à côté des *Hoplites* (*H.*) *dentatus*.

30,20 à 30,25 m

Nodule calcaire gris-beige, partiellement phosphatisé, constitué par le moule interne d'une ammonite dont le diamètre est estimé à une dizaine de centimètres et appartenant à l'espèce *Hoplites* (*Hoplites*) *benettianus* (J. de C. Sowerby, 1826).

30,25 à 43,50 m

Argile noire, finement micacée, devenant très légèrement silteuse sous le niveau 38,70 m, incluant quelques nodules phosphatés marron ou beige, des nodules de pyrite, des traces fossiles de type *Chondrites* et *Thalassinoides*, et présentant une passée silteuse millimétrique riche en bioclastes à 35,63 m. Un lit de nodules

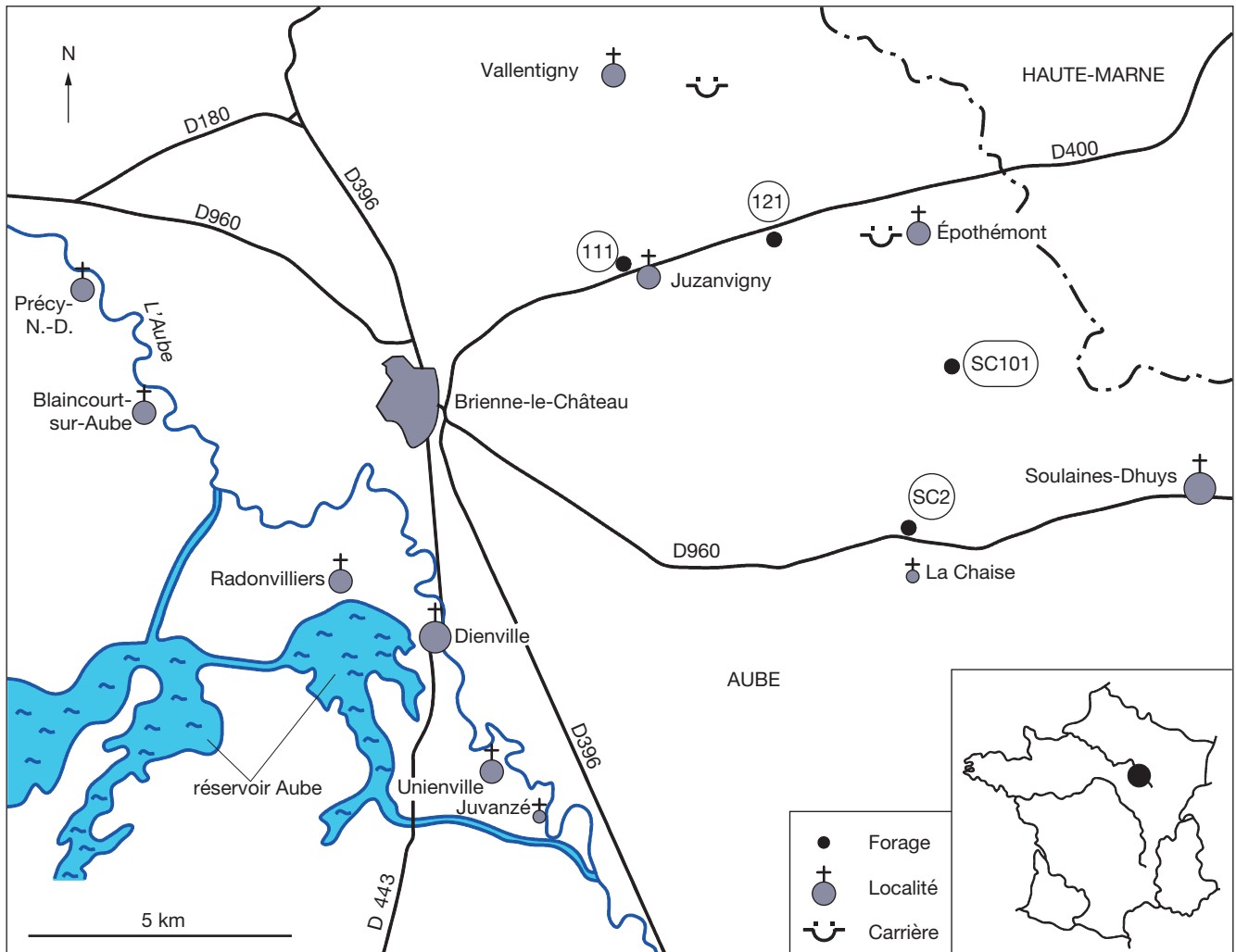


FIG. 2. — Localisation géographique du secteur étudié à l'est du bassin de Paris et situation des forages AUB 111 et AUB 121 et des sondages SC2 et SC101. Deux carrières aujourd'hui disparues sont situées sur le périmètre de la carte. La première, à Épithémont, entaillait au XIX^e siècle quelques mètres d'argiles dans la partie moyenne des Argiles tégulines de Courcelles et plus précisément la zone d'ammonite à *Hoplites* (*H.*) *benettianus*. La seconde, à Vallentigny recoupait, sur une hauteur d'une vingtaine de mètres, la partie inférieure des Marnes de Brienne. L'exploitation de cette carrière a cessé en 1967.

phosphatés centimétriques marron, inclus dans une argile silteuse, est présent à 38,70 m. La limite inférieure de ce lit est une surface d'omission discrète, mais bien réelle, en-dessous de laquelle l'argile devient plus silteuse. La macrofaune abonde dans tout l'intervalle avec des inocérames par centaines, des *Nucula*, dentales, gastéropodes, *Hemiaster* et surtout des ammonites avec des *Protanisoceras*, *Douvilleiceras mammillatum* (Schlotheim, 1813), *Beudanticeras laevigatum* (J. de C. Sowerby, 1827), *Lyelliceras lyelli* (d'Orbigny, 1841) (à 34,75 m), *Pseudobrancoceras versicostatum* (Michelin, 1838) (à 35,06 m), *Pseudobrancoceras* cf. *transiens* Kennedy, 2004 (à 41,50 m) et *Hoplites* (*H.*) *benettianus*.

43,50 à 43,70 m

Lit franchement silteux, bioturbé.

43,70 à 44,00 m

Argile noire, finement micacée, légèrement silteuse, riche en scalaires, limitée à la base par une surface d'omission

bioturbée riche en *Thalassinoides* et incluant entre les niveaux 43,98 et 44,00 m un lit de graviers et nodules phosphatés noirs centimétriques, roulés, contenant des huîtres de petite taille, des inocérames : *Actinoceramus salomoni* (d'Orbigny, 1850) et des ammonites : *Beudanticeras* et *Hoplites* (*H.*) *benettianus*.

44,00 à 57,30 m

Argile noire, finement micacée, légèrement silteuse, parsemée de *Chondrites*. La macrofaune abonde sur toute la hauteur de l'intervalle avec de très nombreux bivalves : *Actinoceramus salomoni*, *Pectinucula pectinata* (J. Sowerby, 1818), *Plicatula gurgitis* Pictet & Roux, 1853, des dentales, des échinides spatangoïdes : *Hemiaster* et surtout des ammonites : *Protanisoceras*, *Nadumiceras* sp. (3 exemplaires à 54,55 m, 1 ex. à 54,95 m), *Douvilleiceras mammillatum*, *Beudanticeras*, *Hoplites* (*H.*) *benettianus* et *Hoplites* (*Isophrontes*) *steinmanni* (Jacob, 1907) (à 46,55, 52,17, 52,20, 54,27 et 56,03 m).

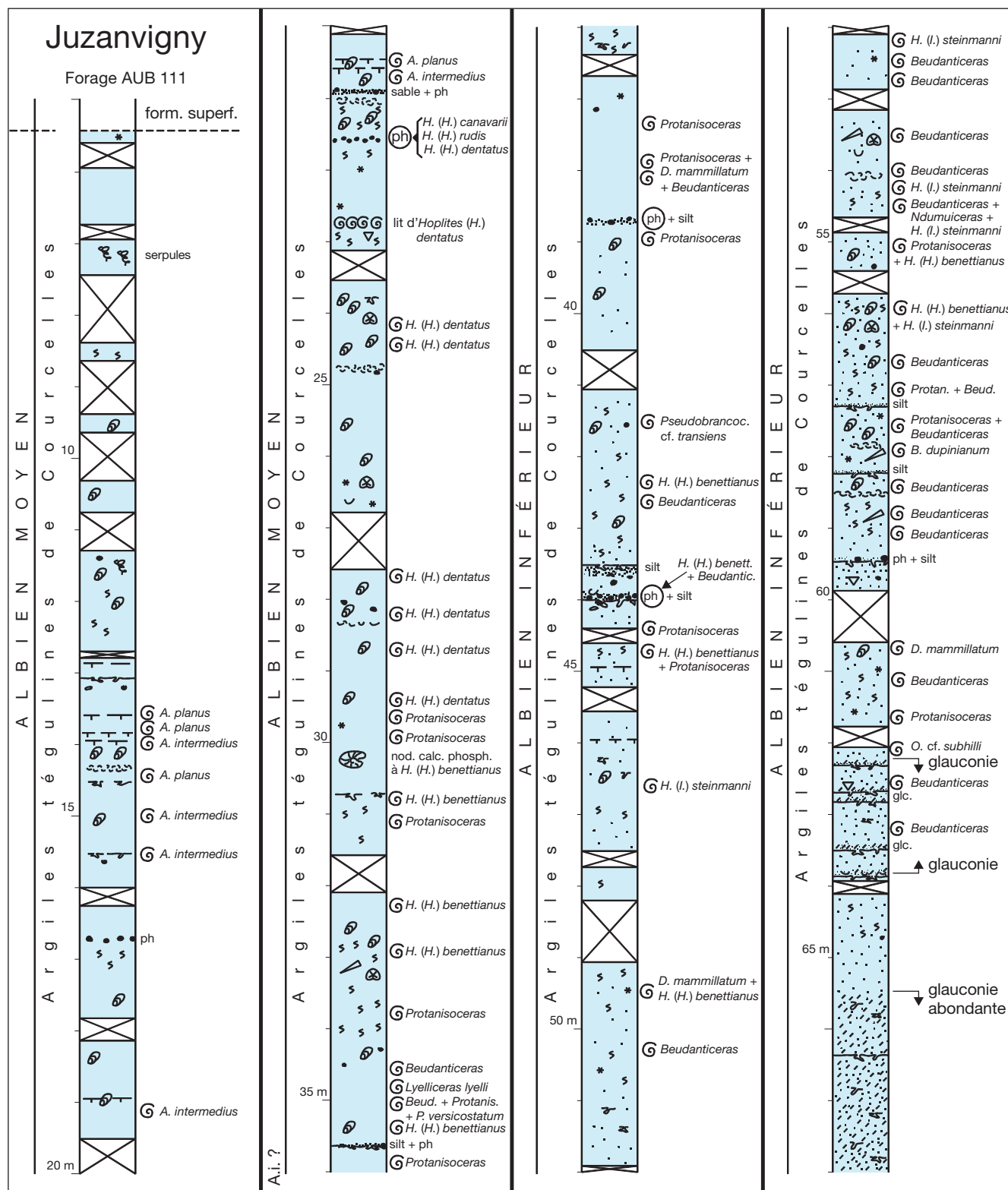


Fig. 3. — Lithologie et repères lithologiques et biostratigraphiques au sein du forage AUB 111.

57,30 à 62,30 m

Argile, noire, silteuse, constituée de cycles pluridécimétriques à métriques limités au sommet par des surfaces d'omission bioturbées riches en *Thalassinoides*. Chaque cycle débute par un niveau centimétrique d'argile franchement silteuse, voire

sableuse et passe rapidement vers le haut à une argile noire finement micacée, légèrement silteuse, remplie de *Chondrites*. La macrofaune riche et diversifiée est comparable à celle décrite précédemment. Aucun *Hoplitinae* n'a toutefois été recueilli dans l'intervalle.

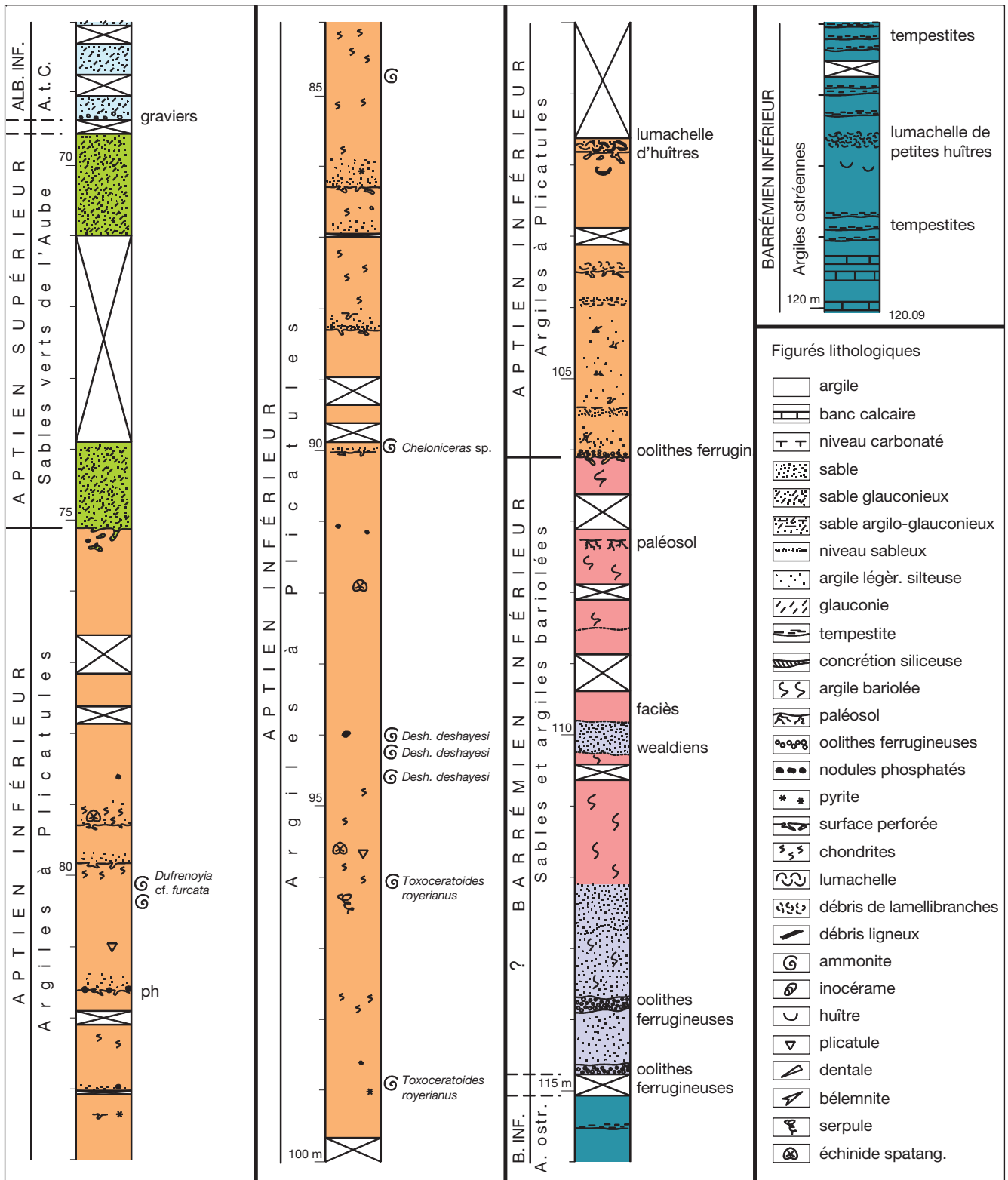


FIG. 3. — Suite.

62,30 à 63,96 m

Succession de cycles décimétriques à pluridécimétriques débutant par un mince lit d'argile sablo-glauconieuse noire, passant ensuite à une argile légèrement sableuse et glauconieuse et limités au sommet par une surface d'omission bioturbée. Un

lit de petites huîtres est associé à l'argile sablo-glauconieuse enduisant la surface perforée à 63,96 m. La caractéristique principale de cette unité lithologique est la présence de glauconie. La macrofaune est identique à celle de l'intervalle précédent, avec l'ajout, à 62,35 m d'*Otobolites subhilli* (Spath, 1942).

63,96 à 65,50 m

Argile noire nettement moins silteuse qu'au-dessus et surtout dépourvue de glauconie. Quelques *Chondrites* sont présents dans l'argile, ainsi qu'un *Beudanticeras* à 64,58 m et deux bivalves à 64,70 m.

65,50 à 69,31 m

Argile silteuse et glauconieuse, bioturbée, noir-verdâtre, devenant vers le bas de plus en plus silteuse, puis sableuse et enfin graveleuse, les graviers étant de nature quartzeuse, avec une teneur en glauconie qui augmente également vers le bas, donnant au sédiment une teinte vert foncé. Une surface d'omission bioturbée bien exprimée est située au niveau 66,30 m. Aucun macrofossile n'a été recueilli dans le niveau.

SABLES VERTS DE L'AUBE (5,60 M) : APTIEN SUPÉRIEUR *PARS* (CLANSAYÉSIEN PROBABLE)

La limite entre les Argiles tégulines de Courcelles et les Sables verts n'est pas observable en raison d'un échantillonnage de carotte réalisé entre les niveaux 69,31 et 69,63 m.

69,63 à 70,98 m

Sable glauconieux verdâtre, relativement fin, bien classé, non argileux.

70,98 à 73,90 m

Absence de carotte.

73,90 à 75,10 m

Sable glauconieux identique à celui décrit précédemment. La limite inférieure de la formation est soulignée par une surface de ravinement onduleuse (surface d'érosion) avec des bioturbations (*Thalassinoides*) s'enfonçant sur une profondeur de 0,30 m dans le sommet des Argiles à Plicatules sous-jacentes.

ARGILES À PLICATULES (30,95 M) : APTIEN INFÉRIEUR (BÉDOULIEN)

75,10 à 90,20 m

Argile gris-brun, très légèrement micacée, paraissant assez homogène, constituée de cycles métriques à plurimétriques. Chaque cycle est limité à la base par un lit décimétrique plus silteux qui apparaît un peu plus clair et au sommet par une surface d'omission bioturbée à *Thalassinoides*. Quelques nodules phosphatés centimétriques beige sont épars dans la masse des argiles, ainsi que des *Chondrites*. La macrofaune est occasionnelle, avec des échinides spatangoïdes, des bivalves comparables aux tellines actuelles, quelques plicatules et surtout des ammonites : *Dufrenoyia furcata* (J. de C. Sowerby, 1836) à 80,04 m et *Chelonicerias* sp. à 89,94 m.

90,20 à 101,72 m

Argile gris-brun comparable à celle décrite dans l'intervalle précédent, y compris dans le contenu faunistique autre que les ammonites, mais dans laquelle on ne distingue plus de cycles. Les ammonites identifiées sont *Deshayesites deshayesi* (d'Orbigny, 1841) à 94,00, 94,11 et 94,55 m et *Toxoceratoides royerianus* (d'Orbigny, 1842a) à 96,05 et 98,85 m.

101,72 à 101,80 m

Lumachelle constituée par l'accumulation de centaines de petites huîtres de 2 à 3 cm.

101,80 à 103,50 m

Argile noire, assez soyeuse, limitée au sommet et à la base par des surfaces d'omission bioturbées à *Thalassinoides*, avec à 102,20 m une huître de 8 cm et à la base un lit riche en bivalves (*Arca* et *Panopea*) épais de 5 cm.

103,50 à 106,10 m

Argile noire, très bioturbée, avec des bioturbations remplies d'argile silteuse et parfois de débris de coquilles de bivalves. Un banc silteux induré est présent entre les niveaux 105,40 m et 105,50 m. La limite inférieure de l'unité lithologique est soulignée par une surface d'érosion recouverte sur une épaisseur de 3 cm par un lit d'oolithes ferrugineuses noires inframillimétriques. Les terriers sont également remplis d'oolithes ferrugineuses.

SABLES ET ARGILES BARIOLÉES (8,85 M) :

(?) BARRÉMIEN SUPÉRIEUR À FACIÈS WEALDIENS

106,10 à 108,60 m

Argiles bariolées lie de vin et gris pâle avec un paléosol caractérisé par la présence de fines radicelles à 107,25 m.

108,60 à 109,80 m

Argile gris moyen.

109,80 à 110,35 m

Sable grossier, gris moyen, avec des passées plus argileuses à litage oblique, marron, à la base.

110,35 à 112,11 m

Argiles bariolées lie de vie et gris pâle.

112,11 à 112,70 m

Sable fin, gris.

112,70 à 113,73 m

Sable argileux lie de vin, passant vers le bas à une argile silteuse lie de vin, puis grise.

113,73 à 113,87 m

Banc cohérent d'oolithes ferrugineuses. Les limites inférieure et supérieure de ce lit sont nettes et apparaissent sous l'aspect de surfaces légèrement onduleuses.

113,87 à 114,65 m

Argile finement sableuse grise.

114,65 à 114,75 m

Banc d'oolithes ferrugineuses cimentées en un grès.

114,75 à 115,05 m

Absence de carotte occultant la limite avec les Argiles ostréennes.

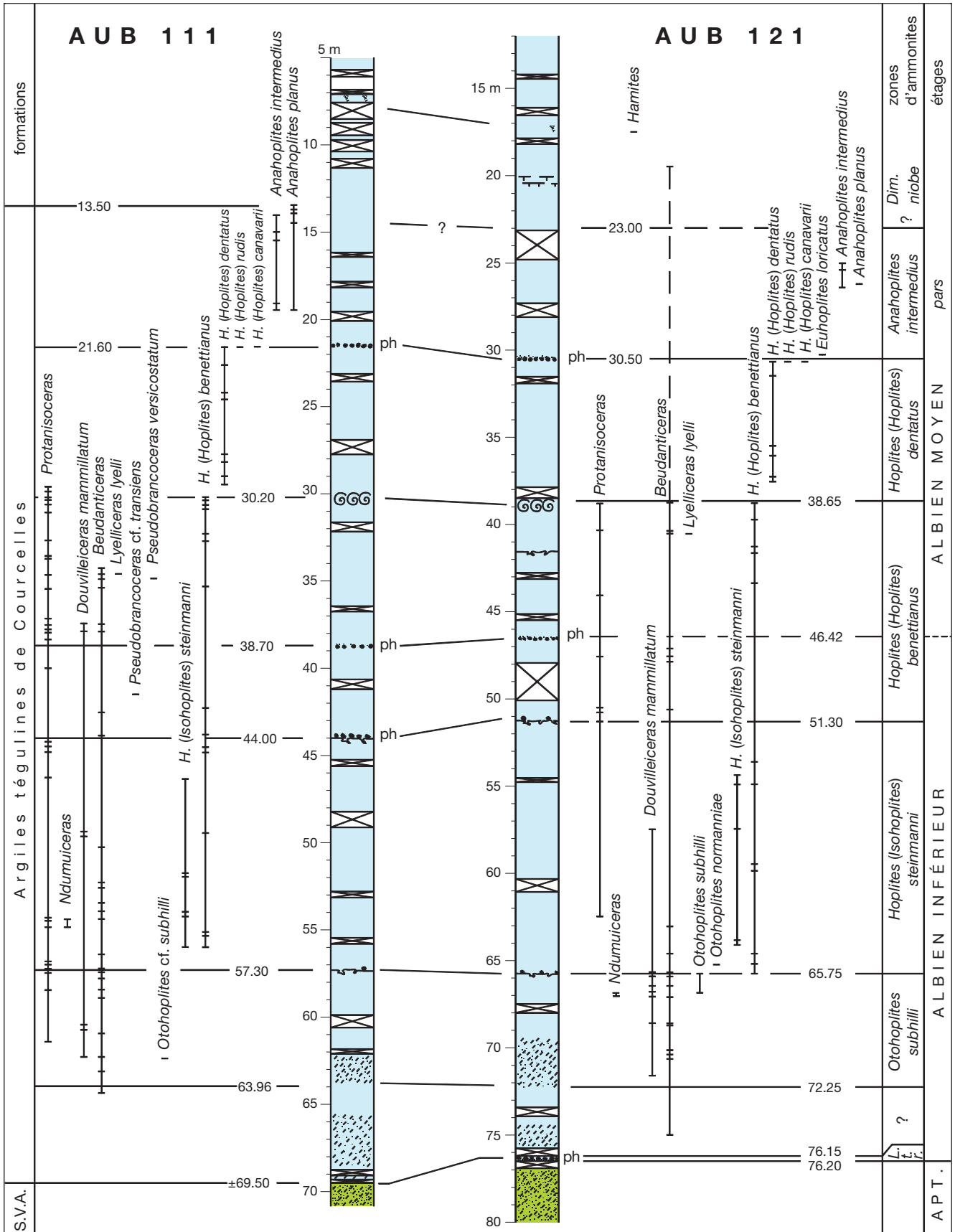


FIG. 4. — Répartition verticale des ammonites au sein des Argiles tégulines de Courcelles dans les forages AUB 111 et AUB 121 et corrélations lithologiques et biostratigraphiques entre les deux forages. Abréviations: **S.V.A.**, Sables verts de l'Aube; **L.t.r.**, zones d'ammonites à *Leymeriella tardefurcata* et à *Leymeriella regularis* condensées.

ARGILES OSTRÉENNES (RECOUPÉES SUR 12,80 M) :

(?) BARRÉMIEN INFÉRIEUR

115,05 à 117,60 m

Argile gris moyen, paraissant homogène dans le mètre supérieur, entrecoupée dans sa partie inférieure par des niveaux coquilliers correspondant probablement à des tempestites distants les uns des autres de 10 à 15 cm. Chacun de ces lits, dont la limite inférieure est tranchée et onduleuse, apparaît sous l'aspect d'un niveau sableux, lumachellique, riche en fragments de bivalves et le plus souvent en petites huîtres. Les coquilles, brisées, ne présentent pas d'orientation particulière.

117,60 à 117,80 m

Lumachelle constituée par une accumulation de petites huîtres de 5 à 10 mm, certaines possédant encore leurs deux valves.

117,80 à 118,70 m

Argile gris brun, incluant deux grandes huîtres à 118,10 m.

118,70 à 120,09 m (*fin du sondage*)

Argile noire parsemée de niveaux millimétriques de tempestites dans lesquels on observe une accumulation de petits bivalves dont la coquille, entière, ne dépasse pas quelques millimètres. Trois bancs carbonatés, résistants, gris-pâle, épais chacun d'une dizaine de centimètres, sont présents entre le niveau 119,30 m et la fin du sondage.

Les cristaux de gypse. La présence de cristaux de gypse a été fréquemment signalée dans les formations argileuses du Crétacé inférieur de l'est du bassin de Paris, aussi bien dans les Argiles ostréennes (Kaelin 1990), que dans les Argiles à Plicatules (Damotte *et al.* 1978) ou dans les Argiles tégulines de Courcelles et dans les Marnes de Brienne (Larcher *et al.* 1965 ; Rat *et al.* 1979). Des cristaux de gypse sont présents dans les 10 à 15 m supérieurs des forages AUB 111 et AUB 121, mais il n'en est pas fait mention dans la description lithologique. Il s'agit d'un produit secondaire (résultat de l'oxydation de la pyrite) et télogénétique (diagenèse tardive associée à l'exhumation de la série) dans la mesure où il apparaît toujours au sommet des sections dans les sondages, généralement dans des fissures montrant une oxydation de l'argile encaissante depuis les épontes de ces fissures.

LES ATTRIBUTIONS STRATIGRAPHIQUES APPORTÉES PAR LES AMMONITES

Les ammonites sont, avec les foraminifères, l'un des groupes paléontologiques clés pour l'étude des étages de la partie moyenne du Crétacé. Deux formations ont livré des ammonites dans les forages AUB 111 et AUB 121 : les Argiles tégulines de Courcelles et les Argiles à Plicatules.

ARGILES TÉGULINES DE COURCELLES

Au total, 206 ammonites ont été collectées dans les Argiles tégulines de Courcelles traversées par les deux forages : 128 exemplaires dans le forage AUB 111 et 78 dans le forage

AUB 121. La distribution verticale des spécimens est indiquée dans la Figure 4. Plusieurs intervalles correspondant le plus souvent à des biozones peuvent être identifiés et leurs limites fixées avec précision, soit du haut vers le bas et en prenant les profondeurs au sein du forage AUB 111.

5,45 à ± 13,50 m

Intervalle non nommé. Le prélèvement d'une grande partie des carottes et la récolte de deux moules internes non significatifs : *Hamites* sp. et *Beudanticeras* sp. ne permettent pas de donner une attribution stratigraphique précise. La présence de l'inocérane *Actinoceramus concentricus* indique l'Albien moyen, tandis que la rareté en macrofaune et la récolte dans l'intervalle sous jacent de l'ammonite *Anahoplites intermedius* suggèrent, par comparaison avec les affleurements (Amédéo *et al.* 1995), que cet intervalle pourrait se situer dans la zone d'ammonite à *Dimorphoplites niobe*.

± 13,50 à 21,60 m.

Zone à *Anahoplites intermedius*. La coexistence de nombreux *Anahoplites intermedius*, *A. planus* et d'un *Euhoplites loricatus* sont caractéristiques de la zone à *A. intermedius*.

21,60 à 30,20 m

Zone à *Hoplites* (*Hoplites*) *dentatus*. L'espèce index abonde sur toute la hauteur de la zone, accompagnée à sa limite supérieure par *Hoplites* (*H.*) *rudis* et *H.* (*H.*) *canavarii*.

30,20 à 44,00 m

Zone à *Hoplites* (*Hoplites*) *benettianus*. L'association récoltée ici est beaucoup plus diversifiée qu'auparavant et montre la coexistence d'ammonites cosmopolites : *Protanisoceras* sp., *Douvilleiceras mammillatum*, *Beudanticeras* sp., *Lyelliceras lyelli*, *Pseudobrancoceras* cf. *transiens*, *P. versicostatum* et d'une population unispécifique d'*Hoplites* caractéristique de la province nord-européenne du domaine boréal : *Hoplites* (*H.*) *benettianus*.

La zone à *H.* (*H.*) *benettianus* a été divisée par Amédéo & Matrimon (2004a) en deux sous-zones avec, à la base, une sous-zone à *Lyelliceras pseudolyelli* et au-dessus, une sous-zone à *L. lyelli*. Suivant les recommandations du Second Symposium sur les limites des étages du Crétacé tenu à Bruxelles en 1995 (Hart *et al.* 1996), la base de l'Albien moyen est définie par l'apparition de l'ammonite *Lyelliceras lyelli*. Cet événement est situé dans la partie médiane de la zone à *H.* (*H.*) *benettianus*. Où peut-on placer la limite Albien inférieur-Albien moyen dans les sondages ? Dans le forage AUB 111, les espèces *Lyelliceras lyelli* et *Pseudobrancoceras versicostatum*, caractéristiques de la sous-zone à *L. lyelli*, sont recueillies respectivement à 34,75 m et 35,06 m, tandis que *Pseudobrancoceras* cf. *transiens*, une espèce de la sous-zone à *L. pseudolyelli*, est présent à 41,50 m. La base de l'Albien moyen est située entre les niveaux 35,06 et 41,50 m. Dans le forage AUB 121, *L. lyelli* est identifié à 40,65 m. L'examen de la Figure 4 montre la présence dans l'intervalle concerné d'un lit de petits nodules phosphatés associé à une passée silteuse surmontant une surface d'omission, repéré au niveau 38,70 m dans le sondage AUB 111 et au niveau 46,42 m dans le sondage AUB 121.



FIG. 5. — *Hoplites (Isohoplites) steinmanni* (Jacob, 1907) du forage AUB 121 à la cote 54,72 m, Albien inférieur, zone à *H. (I.) steinmanni*, collections l'Université de Bourgogne-Franche-Comté, Dijon. Échelle: 1 cm.

Suivant notre interprétation, c'est probablement ici qu'est située la base de l'Albien moyen par comparaison avec ce que l'on observe sur le terrain, à la fois dans l'Aube (Amédéo *et al.* 2014), mais aussi plus au nord dans le Perthois (Amédéo *et al.* 2015).

44,00 à 57,30 m

Zone à *Hoplites (Isohoplites) steinmanni* (Fig. 5). La zone est caractérisée par la présence de l'espèce index, associée à de nombreux *Protanisoceras* sp., *Ndumuiceras* sp., *Douvilleiceras mammillatum*, *Beudanticeras* sp., *Otohoplites normanniae* (à la base de la zone) et *Hoplites (Hoplites) benettianus*. La limite inférieure de la zone est définie par les apparitions concomitantes d'*H. (I.) steinmanni* et d'*H. (H.) benettianus*.

57,30 à 63,96 m

Zone à *Otohoplites subhilli*. L'association trouvée ici comprend des *Protanisoceras* sp., *Douvilleiceras mammillatum*, *Beudanticeras* sp., *Ndumuiceras* sp. et *Otohoplites subhilli*. Par référence à ce que l'on observe dans les affleurements situés le long de la vallée de la Seine (carrière de Montreuil-sur-Barse et berges du réservoir Seine à Mesnil-Saint-Père), la base de la zone est placée au niveau d'apparition de glauconie abondante. Dans une publication récente, Amédéo *et al.* (2014) ont attribué également à la zone à *O. subhilli* les quelques mètres d'argile sous-jacents au niveau d'apparition de la glauconie sur la base de la récolte de cinq exemplaires de l'espèce index le long des berges du réservoir Seine à Mesnil-Saint-Père. Il apparaît aujourd'hui que les spécimens (des moules internes pyriteux altérés) ont probablement été déplacés lors des variations de niveau du lac et il en est fait abstraction. Dans la carrière de Montreuil-sur-Barse, la

zone à *O. subhilli* est identifiée avec certitude uniquement dans l'intervalle compris entre les niveaux 6,20 et 9,00 m. Il est intéressant de signaler que le niveau d'apparition de la glauconie dont il est fait question ici est situé dans une position stratigraphique équivalente à celle de la base des Sables des Drillons.

63,96 à ± 69,50 m (= 76,15 m dans le forage AUB 121)

Intervalle non nommé. Les deux *Beudanticeras* recueillis ne permettent pas de proposer une attribution stratigraphique précise. La situation de l'intervalle, au-dessus des Sables verts de l'Aube, mais sous la zone à *O. subhilli* et la comparaison avec les affleurements suggèrent qu'il pourrait être l'équivalent d'une partie ou de l'ensemble des zones à *Sonneratia kitchini*, à *Cleonicerias floridum* et à *Hemisonneratia puzosiana*.

L'absence de carotte entre les niveaux 69,31 m et 69,63 m ne permet pas d'étudier la limite entre les Argiles tégulines de Courcelles et les Sables verts de l'Aube dans le forage AUB 111. Cet intervalle est en revanche préservé dans le forage AUB 121. Le lit de nodules phosphatés présent à la base des Argiles tégulines de Courcelles dans le forage AUB 121 entre les niveaux 76,15 m et 76,20 m est, par équivalence avec les affleurements (Berges de l'Aube à Unienville et ancienne carrière de Montieramey; cf. Destombes *in* Rat *et al.* 1979 et Amédéo & Matrimon 2007), attribué aux zones à *Leymeriella tardefurcata* et à *L. regularis* condensées.

Au total, huit zones d'ammonites sont identifiées directement ou par corrélation dans les sondages de Juzanvigny. L'intervalle recoupé part de la zone à *Dimorphoplites niobe* et descend jusqu'à la zone à *Leymeriella tardefurcata*. Il correspond à la moitié inférieure de l'Albien moyen et à la plus grande partie de l'Albien inférieur.



FIG. 6. — *Deshayesites deshayesi* (d'Orbigny, 1841), du forage AUB 111 à la cote 94,11 m, Aptien inférieur, index de la zone éponyme, collections de l'Université de Bourgogne-Franche-Comté, Dijon. Échelle: 1 cm.

ARGILES À PLICATULES

Par rapport à la formation précédente, les Argiles à Plicatules contiennent proportionnellement moins d'ammonites, 28 spécimens ont été recueillis dans les forages: 9 dans le forage AUB 111 et 19 dans le forage AUB 121. La discontinuité des récoltes ne permet pas d'identifier de façon précise les limites entre les zones d'ammonite au sein des Argiles à Plicatules, néanmoins deux associations successives peuvent être identifiées, en prenant de nouveau comme référence le sondage AUB 111.

75,10 à ± 90,20 m

Zone à *Tropaeum bowerbanki*. La faune d'ammonites comprend au moins *Dufrenoyia furcata*, *Dufrenoyia* cf. *formosa* et *Chelonicerus* (*Chelonicerus*) sp., mais plusieurs ammonites restent indéterminées. La détermination des Deshayesitidae repose en partie sur la morphologie de la région ventrale et sur la manière dont les côtes la traversent. En l'absence de ce critère, la distinction des espèces et genres est impossible.

± 90,20 à 101,72 m (limite supérieure des lits de lumachelles riches en huîtres)

Zone à *Deshayesites deshayesi*. L'association recueillie dans cet intervalle est plus diversifiée et inclut *Aconoceras* (*Aconoceras*) *nisoides*, *Pseudosaynella* cf. *bicurvata*, *Toxoceratoides royerianus* et surtout *Deshayesites deshayesi*, espèce la mieux représentée avec 7 spécimens (Fig. 6).

Les quatre à cinq mètres inférieurs des Argiles à Plicatules dans lesquels se trouvent les lits de lumachelles riches en huîtres ont livré un seul moule interne de *Deshayesites* d'environ 180 mm de diamètre. Il s'agit d'une exception dans une formation où le diamètre des ammonites ne dépasse généralement

pas 20 mm. Malheureusement, l'absence de la région ventrale empêche toute détermination spécifique.

Malgré ces quelques réserves, les ammonites permettent d'attribuer la totalité des Argiles à Plicatules à la moitié supérieure de l'Aptien inférieur (Bédoulien) dans les sondages de Juzanvigny, le sous-étage étant identifié par les zones successives à *Deshayesites deshayesi* puis à *Tropaeum bowerbanki*.

Illustration des ammonites. Cette étude ne comprend pas de description systématique des associations d'ammonites. C'est la raison pour laquelle seules quelques espèces représentatives sont figurées, en particulier les index de zones. Le matériel était en parfait état lors du débit des carottes. En séchant, de nombreuses empreintes argileuses se sont malheureusement effritées, dégradant fortement les fossiles et deux spécimens significatifs ont ainsi été perdus. Ces empreintes argileuses, photographiées en couleur lors du levé lithologique, sont illustrées dans les Figures 5 et 6. D'autres spécimens sont illustrés dans la Figure 7, mais cette fois-ci en noir et blanc, après traitement au chlorure d'ammonium.

LES APPORTS DES FORAGES DE JUZANVIGNY POUR LA CONNAISSANCE DE L'ALBIEN MOYEN AU BARRÉMIEN DANS L'EST DU BASSIN DE PARIS

La synthèse la plus récente concernant l'Albien de la bordure orientale du Bassin de Paris qui inclut le stratotype de l'étage, le département de l'Aube, est celle d'Amédéo & Matignon (2014). La Figure 8 présente l'organisation géométrique des dépôts et une corrélation lithologique schématisée entre l'Albien en grande partie sableux de l'Yonne et celui essentiellement argileux de

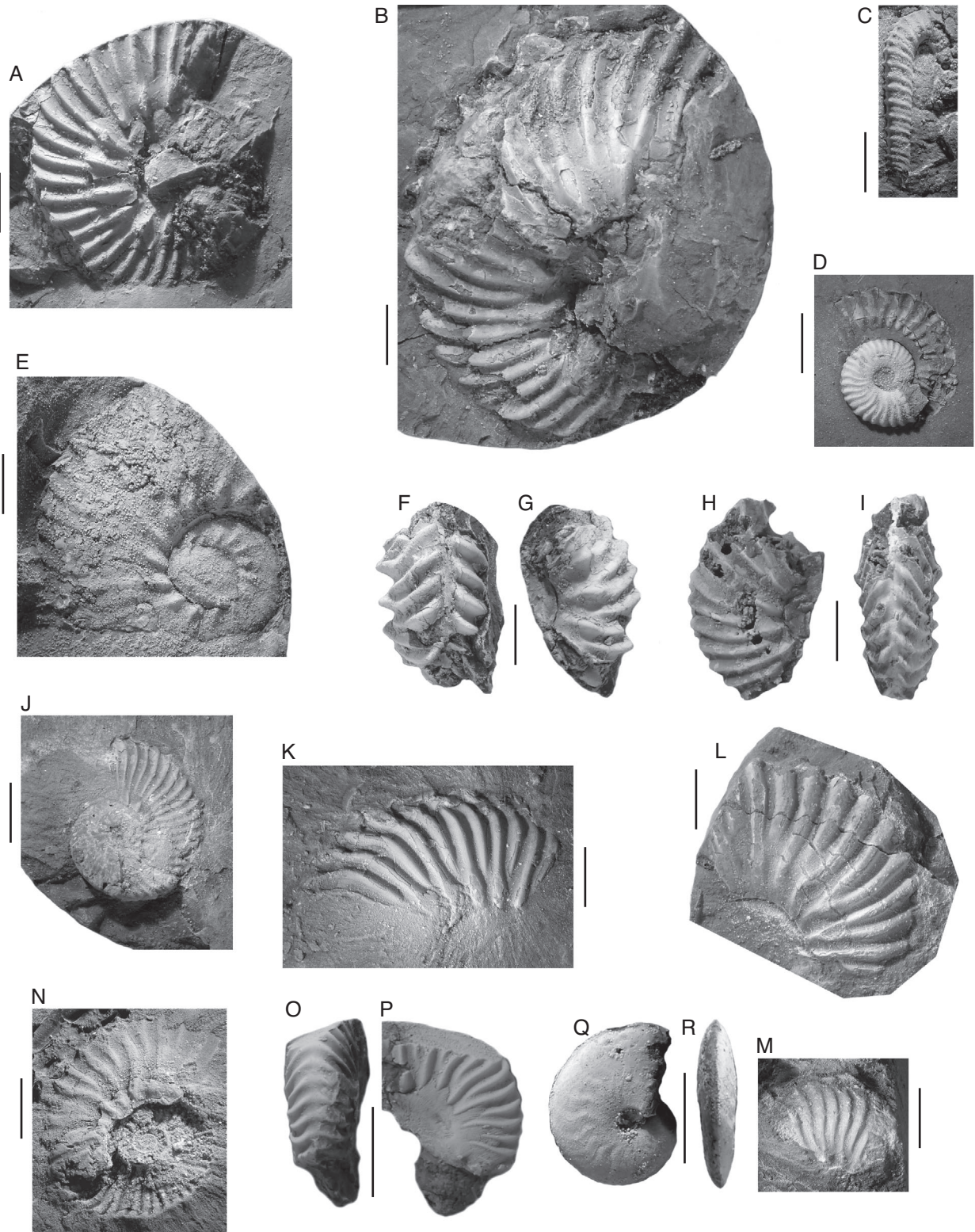


FIG. 7. — Quelques ammonites aptiennes et albiennes significatives recueillies dans les forages AUB 111 et AUB 121 : **A, B, F-I**, *Hoplites* (*Hoplites*) *dentatus* (J. Sowerby, 1821); **A**, du forage AUB 111 à 24,20 m ; **B**, du forage AUB 111 à 29,37 m ; **F, G**, du forage AUB 121 à 35,95 m ; **H, I**, du forage AUB 121 à 35,05 m, Albien moyen, zone à *H. (H.) dentatus* ; **C**, *Protanisoceras* sp., du forage AUB 111 à 38,72 m, limite Albien inférieur-Albien moyen, zone à *Hoplites* (*H.*) *benettianus* ; **D**, *Pseudobrancoceras versicostatum* (Michelin, 1836), du forage AUB 111 à 35,05 m, Albien moyen, zone à *H. (H.) benettianus*, sous-zone à *Lyelliceras lyelli* ; **E**, *Anahoplites intermedius* Spath, 1925, du forage AUB 121 à 24,98 m, Albien moyen, zone à *A. intermedius* ; **J, H. (Isohoplites) steinmanni** (Jacob, 1907), du forage AUB 121 à 63,90 m, Albien inférieur, zone à *H. (I.) steinmanni* ; **K**, *Otohoplites normanniae* Destombes, Juignet & Rioult, 1974, du forage AUB 121 à 65,55 m, Albien inférieur, limite inférieure de la zone à *H. (Isohoplites) steinmanni* ; **L**, *H. (Hoplites) benettianus* (J. de C. Sowerby, 1826), du forage AUB 121 à 59,43 m, Albien inférieur, zone à *H. (I.) steinmanni* ; **M**, *Otohoplites subhilli* (Spath, 1942), du forage AUB 121 à 66,45 m, Albien inférieur, zone à *O. subhilli* ; **N**, *Dufrenoyia* cf. *furcata* (J. de C. Sowerby, 1836), du forage AUB 121 à 96,64 m, Aptien inférieur, zone à *Tropaeum bowerbanki* ; **O, P**, *Deshayesites deshayesi* (d'Orbigny, 1841), du forage AUB 121 à 108,83 m, Aptien inférieur, zone à *D. deshayesi* ; **Q, R**, *Aconoceras* (*Aconoceras*) *nisoides* (Sarsin, 1893), du forage AUB 121 à 106,52 m, Aptien inférieur, zone à *Deshayesites deshayesi*. L'ensemble du matériel paléontologique est déposé dans les collections de l'Université de Bourgogne-Franche-Comté à Dijon. Tous les spécimens ont été blanchis au chlorure d'ammonium. Échelles : 1 cm.

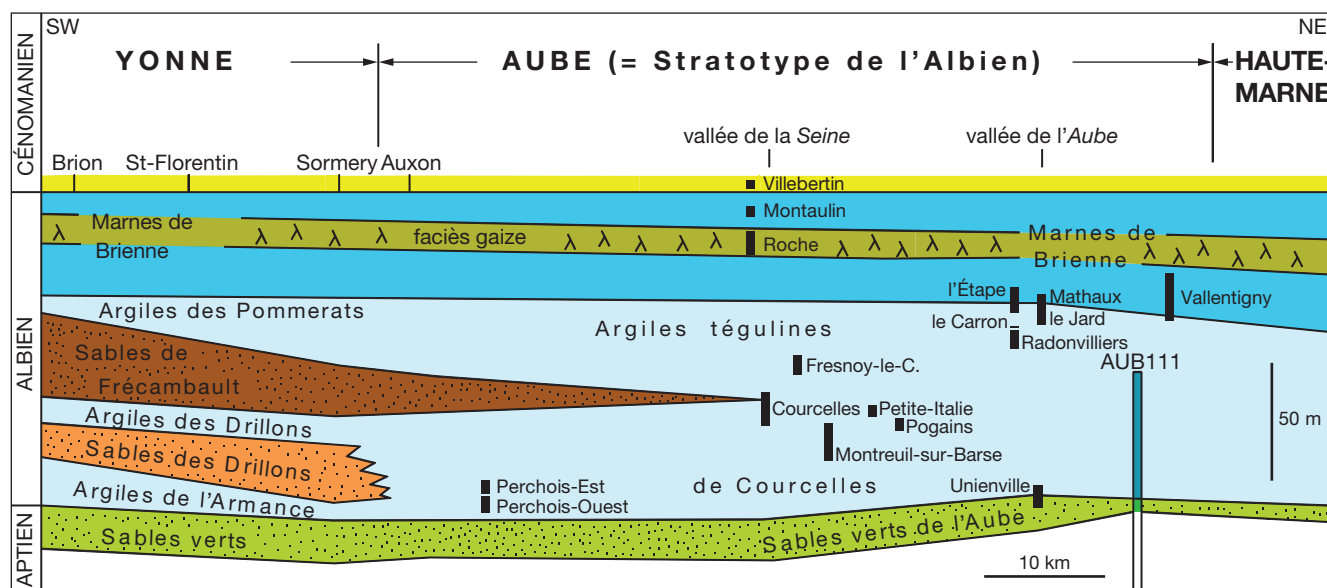


FIG. 8. — Position stratigraphique du forage AUB 111 dans l'Albien-type de l'Aube et organisation géométrique des dépôts entre l'Albien en grande partie sableux de l'Yonne et celui essentiellement argileux de l'Aube et du Perthois (modifié d'après Amédéo & Matrimon 2014). Le forage AUB 111 recoupe un intervalle équivalent aux principaux affleurements suivants : berges de la rivière Aube à Unienville, carrière de Montreuil-sur-Barse, fosse creusée au fond du réservoir Aube à Pogains et carrière de Courcelles, mais dans une suite lithologique continue, dépourvue de lacunes d'observation.

l'Aube et de la Haute-Marne et précise la position stratigraphique du forage AUB 111 au sein des Argiles tégulines de Courcelles. Son examen permet d'apprécier l'extension géographique des différentes unités lithologiques et les variations latérales de faciès. Vers le sud-ouest, c'est-à-dire dans l'Yonne, on observe la présence de deux digitations sableuses issues des Sables de la Puisaye présents dans la Nièvre : les Sables des Drillons à la base et les Sables de Frécambault au-dessus, séparés par les Argiles des Drillons. Il s'agit d'épandages sableux d'un matériel recyclé, repris dans des formations détritiques déposées antérieurement au Crétacé (Courel *et al.* 1972). Les Sables des Drillons sont individualisés jusqu'à Sormery, à 10 km au nord de Saint-Florentin. Au-delà, ils disparaissent en tant qu'unité lithologique et passent à des argiles sableuses (Lauverjat 1967, 1969). L'extension géographique des Sables de Frécambault est en revanche un peu plus étendue, mais l'unité s'amincit rapidement et seul un fin niveau sableux pluricentimétrique atteint la vallée de la Seine (Amédéo & Matrimon 2004a, 2008, 2014).

Les formations aptiennes et barrémiennes n'ont pas fait l'objet de travaux équivalents à ceux entrepris dans l'Albien dans l'est du bassin de Paris. La plupart des descriptions publiées au XIX^e siècle ont été réalisées à partir de coupes partielles localisées dans des talus, fossés, puits ou petites carrières. Au XX^e siècle, deux opportunités d'observation plus conséquentes ont été offertes à l'occasion de la réalisation des réservoirs Marne et Aube destinés à écrêter les crues de la Seine à Paris, la première en 1971 lors du creusement du canal d'amenée du réservoir Marne (lac de Der) près de Saint-Dizier (Damotte *et al.* 1978), la seconde entre 1983 et 1985 pendant le creusement du canal d'amenée du réservoir Aube aux abords de Juvanzé (Colleté *et al.* 1996). L'image actuelle des étages aptien et barrémien dans l'aire concernée est résumée dans les publications de Rusciadelli (1999), Amédéo & Matrimon (2004a) et Amédéo & Robaszynski (2014).

Après avoir décrit les carottes des forages de Juzanvigny et précisé les attributions stratigraphiques apportées par les ammonites, il devient possible d'interpréter et d'intégrer dans un cadre régional les informations nouvelles concernant l'intervalle allant de l'Albien moyen au Barrémien.

L'USAGE DE LA STRATIGRAPHIE ÉVÉNEMENTIELLE PERMET DE RÉALISER DES CORRÉLATIONS PRÉCISES AU SEIN DES ARGILES TÉGULINES DE COURCELLES

La stratigraphie événementielle est fondée sur la présence au sein des successions sédimentaires d'événements à caractère lithologique (lits de nodules phosphatés, de concrétions calcaires, *hardgrounds*, surfaces d'omission, niveaux riches en glauconie, sable, silt...) ou écologiques (niveaux caractérisés par l'abondance momentanée d'un certain nombre de fossiles). La plupart du temps, ces niveaux repères présentent une grande extension géographique et sont le témoin d'événements qui ont dû affecter l'environnement marin sur de vastes surfaces. Ce concept des litho- ou écoévénements (« litho-ecoevents » des auteurs anglo-saxons), développé à l'origine dans les craies du nord de l'Allemagne par Ernst *et al.* (1983), a été mis en pratique avec succès pour réaliser des corrélations précises à longue distance d'abord dans le Cénomanien et le Turonien du nord-ouest de l'Europe et plus récemment dans l'Albien du bassin anglo-parisien (Amédéo & Matrimon 2014).

Les Figures 4 et 9 présentent une corrélation fondée sur le concept de la stratigraphie événementielle entre les successions albiennes de l'Yonne, de l'Aube et du Perthois (région située aux confins des départements de la Marne, de la Haute-Marne et de la Meuse, entre les rivières Ornain

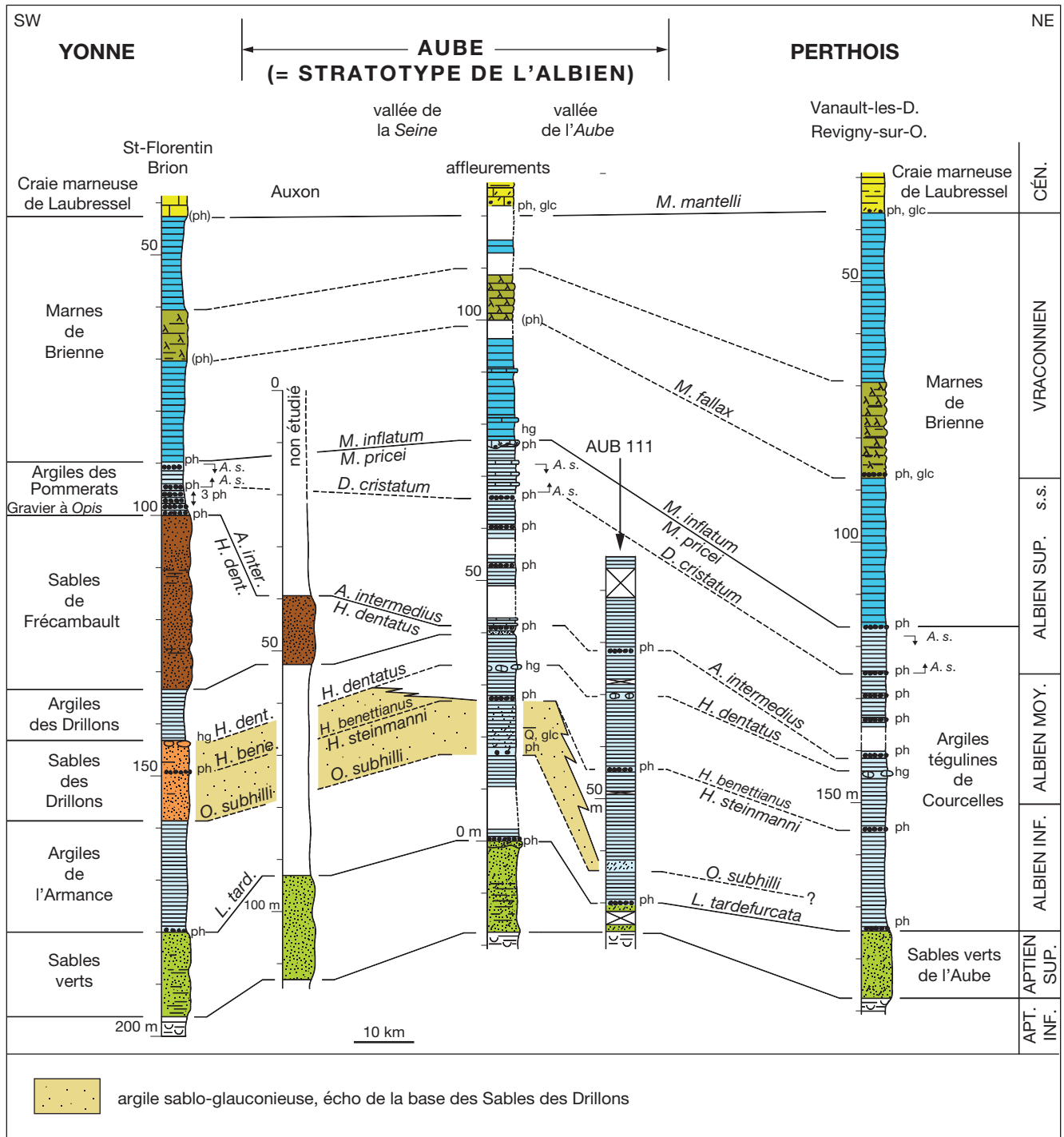


FIG. 9. — Corrélation détaillée au sein des Argiles téglines de Courcelles entre le forage AUB 111 et les affleurements. La succession recoupée par le sondage correspond aux 2/3 inférieurs des Argiles téglines de Courcelles (Albien moyen et inférieur). Les épandages sableux issus de l'Yonne n'atteignent pas la vallée de l'Aube. Abréviations : **Ph**, phosphate; **glc**, glauconie; **L.t.**, *Leymeriella tardefurcata* (d'Orbigny, 1841); **O.s.**, *Ottophilites subhilli* (Spath, 1942); **H.b.**, *Hoplites benettianus* (J. de C. Sowerby, 1826); **H.d.**, *Hoplites dentatus* (J. Sowerby, 1821); **A.i.**, *Anahoplites intermedius* Spath, 1925; **A.s.**, *Actinoceras sulcatus* Parkinson, 1819.

et Marne). La succession recoupée par le forage AUB 111 correspond aux 2/3 inférieurs des Argiles téglines de Courcelles (Albien moyen et inférieur). Tous les niveaux repères à caractère lithologique et/ou bio-écologiques décrits par Amédéo & Matignon (2014) dans les affleurements ont été identifiés dans les forages de Juzanvigny, ce qui confirme

l'intérêt de la méthode et permet d'établir des corrélations très précises entre les coupes. Du haut vers le bas, la liste de ces événements est la suivante :

– un lit de nodules phosphatés centimétriques riche en ammonites, avec *Hoplites* (*H.*) *dentatus*, *H.* (*H.*) *rudis* et *H.* (*H.*) *canavarii*, repéré dans le forage AUB 111 au niveau 21,60 m et

dans le forage AUB 121 à 30,50 m. Il s'agit du « lit e » décrit par Destombes *in* Rat *et al.* (1979) dans la carrière de Courcelles ; – un lit de moules internes d'ammonites dont le diamètre dépasse fréquemment 10 à 15 cm, préservés le plus souvent sous forme de concrétions calcaires plus ou moins phosphatisées et associés à une abondante macrofaune constituée de bivalves, gastéropodes, dentales, coraux, etc. Ce niveau, identifié dans le forage AUB 111 à 30,20 m et dans le forage AUB 121 à 38,65 m, correspond à la couche fossilifère autrefois visible dans les carrières du Gaty et de Courcelles (lit « b » de Destombes *in* Rat *et al.* 1979) ;

– un lit de graviers et petits nodules phosphatés noirs riche en huîtres de petites tailles, inocérames, bélemnites et ammonites, associé à une surface d'omission bioturbée bien marquée et situé à la limite supérieure de la zone d'ammonite à *Hoplites* (*Isopholites*) *steinmanni*. Ce niveau phosphaté très fossilifère, traversé par le forage AUB 111 à 44,00 m et par le forage AUB 121 à 51,30 m, est connu à l'affleurement au fond du réservoir Seine au lieu-dit « Pogains » (Amédéo & Matrimon 2007), ainsi que dans le département de la Marne à Mauraup-le-Montois (Amédéo *et al.* 2015) ;

– une surface perforée associée à un peu de phosphate, située à la limite entre les zones d'ammonite à *H. (I.) steinmanni* au-dessus et à *Otohoplites subhilli* en dessous, repérée dans le forage AUB 111 à 57,30 m et dans le forage AUB 121 à 65,75 m (cette ligne de corrélation est reportée uniquement sur la Figure 4) ;

– un niveau plurimétrique riche en glauconie et dans une moindre mesure en sable, connu à l'affleurement dans la carrière de Montreuil-sur-Barse, traversé dans le forage AUB 111 entre 62,30 et 63,96 m et dans le forage AUB 121 entre 69,20 et 72,25 m ;

– enfin un lit pluricentrimétrique de concrétions gréso-phosphatées situé à la limite inférieure des Argiles tégulines de Courcelles, au contact avec les Sables verts de l'Aube. Ce niveau repère, recoupé entre les niveaux 76,15 et 76,20 m dans le forage AUB 121 (la carotte a été prélevée dans le forage AUB 111) est bien visible dans les berges de l'Aube à Unienville. Dans les affleurements, les concrétions ont livré un certain nombre d'ammonites appartenant aux espèces *Hypacanthoplites milletianus* (d'Orbigny, 1841), *Leymeriella* (*Leymeriella*) *tardefurcata* (d'Orbigny, 1841) et *L. (Neoleymeriella) regularis* (d'Orbigny, 1841).

UNE DIGITATION D'ARGILE SABLEUSE, ÉCHO DES SABLES DES DRILLONS DE L'YONNE, ATTEINT LA VALLÉE DE L'AUBE EN SE DILUANT PROGRESSIVEMENT AU SEIN DES ARGILES TÉGULINES DE COURCELLES. SA LIMITE INFÉRIEURE EST PARTOUT DATÉE DE LA BASE DE LA ZONE D'AMMONITES À *OTOHOPLITES SUBHILLI*. EN REVANCHE SA LIMITE SUPÉRIEURE EST DIACHRONE, LE FACIÈS SABLEUX SE RÉDUISANT VERS LE NORD, REMPLACÉ PAR DE L'ARGILE.

Comme indiqué précédemment, les Sables des Drillons (dont l'épaisseur atteint 15 m au sondage de Brion) et les Sables de Frécambault (33 m au sondage de Brion), issus des Sables

de la Puisaye, disparaissent aux environs d'Auxon en tant qu'unités lithologiques. Un niveau d'argile sableuse, finement piquetée de glauconie, dans lequel la teneur en sable atteint 32 %, existe néanmoins dans toute l'aire stratotypique de l'étage Albien à quelques mètres au-dessus de la base des Argiles tégulines de Courcelles (Fig. 9). Le long de la vallée de la Seine (carrière de Montreuil-sur-Barse et berges du réservoir Seine à Mesnil-Saint-Père), cette passée sablo-glauconieuse est épaisse de 5,80 m. Plus au nord, le long de la vallée de l'Aube et dans les environs de Brienne-le-Château (forages AUB 111 et AUB 121 de Juzanvigny), elle s'amincit et son épaisseur est réduite à moins de trois mètres. Les récoltes d'ammonites réalisées dans les affleurements et les sondages montrent que la base de cet intervalle sablo-glauconieux coïncide avec la base de la zone à *Otohoplites subhilli* qui correspond également avec la base des Sables des Drillons. De la vallée de l'Yonne jusqu'à celle de l'Aube, la limite inférieure de cet épandage sableux est synchrone. À l'inverse, la limite supérieure présente un net diachronisme suivant les coupes, avec un gradient décroissant du sud vers le nord. Dans l'Yonne, le sommet des Sables des Drillons est daté de la limite supérieure de la zone d'ammonites à *Hoplites* (*Hoplites*) *benettianus* (Amédéo & Matrimon, 2008). Aux abords de la vallée de la Seine, la limite supérieure du niveau d'argile sablo-glauconieuse coïncide avec la limite supérieure de la zone précédente à *Hoplites* (*Isopholites*) *steinmanni*. Dans la vallée de l'Aube, elle se trouve dans un horizon stratigraphique encore plus bas, au sein de la zone à *Otohoplites subhilli*.

En définitive, la réduction d'épaisseur de cette passée sablo-glauconieuse issue des Sables des Drillons de l'Yonne résulte d'un changement latéral de faciès de la partie supérieure de l'unité qui devient franchement argileuse et indistincte des argiles encaissantes lorsqu'on se déplace vers le nord. On peut considérer les Argiles tégulines de Courcelles comme virtuellement dépourvues de sable sur toute leur hauteur au nord de Brienne-le-Château. Les Sables des Drillons et la digitation sablo-glauconieuse qui en est issue sont interprétés comme un intervalle transgressif d'une séquence eustatique de 3^e ordre (Amédéo 2009 ; Amédéo & Matrimon 2014 ; Amédéo *et al.* 2014).

LA PARTIE INFÉRIEURE DES ARGILES TÉGULINES DE COURCELLES, ÉQUIVALENTE AUX ARGILES DE L'ARMANCE DE L'YONNE, S'AMINCIT CONSIDÉRABLEMENT VERS LE NORD, PUIS PASSE LATÉRALEMENT À DES SABLES GLAUCONIEUX (LES « SABLES VERTS ALBIENS »).

Les Argiles de l'Armance, épaisses de 20 à 25 m dans l'Yonne, sont intercalées entre la base des Sables des Drillons et le sommet des Sables verts de l'Aube (Fig. 9). Dans la partie sud-ouest du département de l'Aube, les Sables des Drillons disparaissent, mais une vingtaine de mètres d'argiles s'intercalent toujours entre la limite inférieure de la digitation sablo-glauconieuse qui en est issue et les Sables verts de l'Aube. Au moins deux associations successives d'ammonites

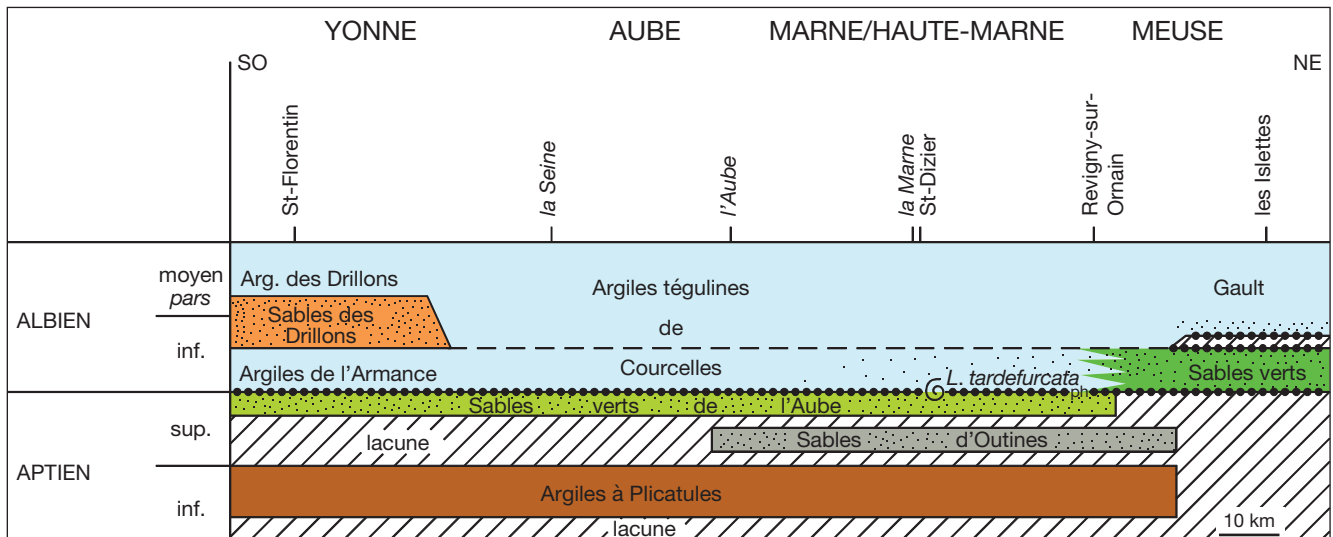


FIG. 10. — Succession des unités sablo-glauconieuses attribuées à l'Aptien supérieur et à l'Albien inférieur le long de la bordure orientale du bassin de Paris. Ce schéma ne prend pas en compte l'épaisseur des unités lithologiques, mais uniquement leur position stratigraphique.

sont identifiées dans cet intervalle, la plus ancienne renfermant *Cleonicerias floridum* Casey, 1961, *Sonneratia vnigri* Saveliev, 1973 et *Pseudosonneratia jacobi* Casey, 1965, la plus récente *Hemisonneratia puzosiana* (d'Orbigny, 1841), *Otoboplites raulinianus* (d'Orbigny, 1841), *O. waltoni* Casey, 1965, *O. elegans* (Spath, 1925), *O. auritifomis* (Spath, 1825), *Tegoceras mosense* (d'Orbigny, 1841) (Destombes *in* Rat *et al.* 1979; Amédéo *et al.* 2000). Si l'on remonte maintenant vers le nord, un sondage de reconnaissance réalisé aux abords de la vallée de la Seine, dans la carrière de Montreuil-sur-Barse, montre une diminution d'épaisseur notable de l'intervalle concerné, celui-ci atteignant seulement 14 mètres. Cette évolution est encore plus marquée dans la vallée de l'Aube, les forages de Juzanvigny donnant pour l'intervalle compris entre la passée sablo-glauconieuse venue des Sables des Drillons et les Sables verts de l'Aube une épaisseur de 5,54 m dans le forage AUB 111 et de 3,95 m dans le forage AUB 121. La base des Argiles téguines de Courcelles présente une importante réduction d'épaisseur en se dirigeant vers le nord, passant de 25 m à la limite sud du département de l'Aube à 4 m à sa limite nord, sur une distance de près d'une centaine de kilomètres.

Mais cette évolution latérale ne s'arrête pas là. Si l'on se déplace encore d'environ 70 km vers le nord, jusqu'aux Islettes et Varennes-en-Argonne dans le département de la Meuse, les associations d'ammonites citées ci-dessus sont maintenant préservées dans un important lit de nodules phosphatés surmontant 2 m de sables glauconieux (Barrois 1878; Amédéo 1985). Ce niveau phosphaté décimétrique, très condensé, est situé dans la même position stratigraphique que le niveau phosphaté de Machéroménil connu sur la bordure sud du Massif de l'Ardenne et dans lequel d'Orbigny (1840-1842a) a décrit de nombreuses espèces d'ammonites, en particulier *Protanisoceras raulinianum* (d'Orbigny, 1842), *Beudanticeras dupinianum* (d'Orbigny, 1841), *Hemisonneratia puzosiana* (d'Orbigny, 1841), *Otoboplites raulinianus*

(d'Orbigny, 1841), *O. guersanti* (d'Orbigny, 1841), *Sonneratia dutempleana* (d'Orbigny, 1841), *Cleonicerias cleon* (d'Orbigny, 1841), *C. quercifolium* (d'Orbigny, 1841), *Tegoceras mosense* (d'Orbigny, 1841), etc. En définitive, la partie inférieure des Argiles téguines de Courcelles, équivalente aux Argiles de l'Armanche de l'Yonne, s'amincit considérablement en allant du sud vers le nord, puis passe latéralement à des sables glauconieux (les « Sables verts » albiens). Le changement latéral de faciès s'effectue, semble-t-il, entre les vallées de la Marne et de l'Ornain, mais dès la vallée de l'Aube, dans les sondages de Juzanvigny, l'argile devient très silteuse et glauconieuse, et même franchement sableuse vers le bas.

LES « SABLES VERTS » AU SENS LARGE ENGLOBENT DES UNITÉS LITHOLOGIQUES DIFFÉRENTES SUIVANT LES RÉGIONS, SOIT DU HAUT VERS LE BAS LES SABLES VERTS ALBIENS (ALBIEN INFÉRIEUR), LES SABLES VERTS DE L'AUBE (APTIEN SUPÉRIEUR, CLANSAYÉSIEN PROBABLE) ET LES SABLES D'OUTINES (APTIEN SUPÉRIEUR, GARGASIEN PROBABLE).

La succession lithologique des Sables verts de l'Aube rencontrée dans les forages de Juzanvigny est très comparable à ce que l'on observe le long des berges de l'Aube (Amédéo & Matrimon 2007), ainsi que dans les sondages réalisés dans la partie sud du département de l'Aube (Hatrival & Morfaux 1974). La formation est en moyenne épaisse de 10 à 15 m, avec quelques variations locales. La moitié supérieure des Sables verts de l'Aube est généralement constituée de sables glauconieux verdâtres, parfois consolidés en un grès glauconieux à leur limite supérieure. La moitié inférieure présente des passées plus argileuses, tandis que la base est plus grossière, voire graveleuse lorsqu'on se rapproche de la limite inférieure de la formation.

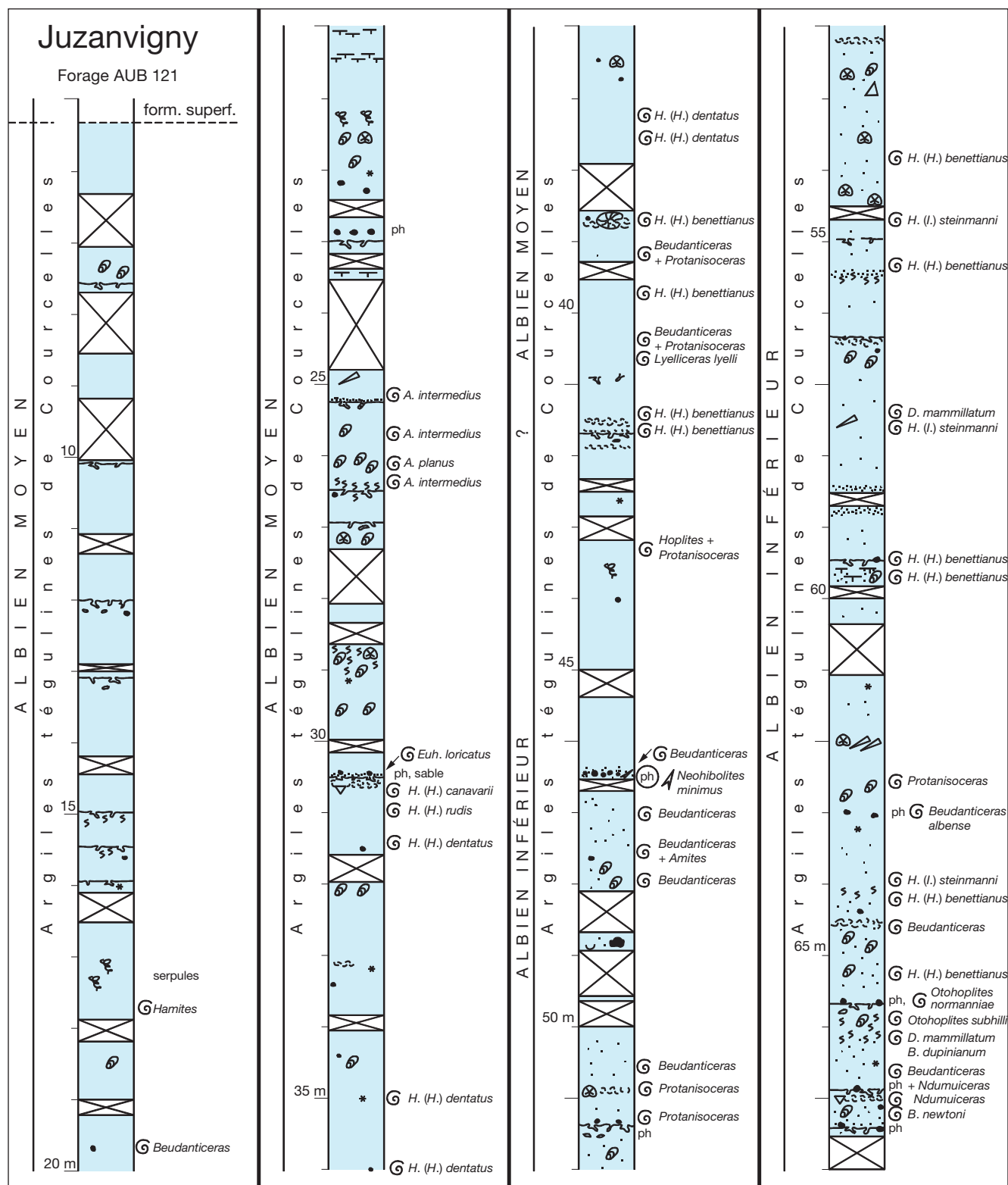


FIG. 11. — Lithologie et repères lithologiques et biostratigraphiques au sein du forage AUB 121.

Si la suite lithologique n'appelle pas de remarque particulière, l'attribution stratigraphique des « Sables verts » mérite d'être discutée. Il est classique dans le bassin de Paris de parler de la nappe phréatique des « *Sables verts albiens* » qui alimente en

grande partie l'agglomération parisienne (Lemoine *et al.* 1939; Lauverjat 1967). À la suite d'une proposition formulée par Kennedy *et al.* (2000), la base de l'étage Albien est prise ici à l'apparition de l'ammonite *Leymeriella tardefurcata*. L'espèce

(Amédéo 1985 ; Robaszynski & Amédéo 1986). Les « Sables verts » semblent à première vue diachrones, étant attribués à l'étage Aptien dans l'Yonne et dans l'Aube et à l'étage Albien dans les Ardennes et dans le Nord de la France. La réduction d'épaisseur de la partie inférieure des Argiles téguilines de Courcelles vers le nord (on passe d'une vingtaine de mètres dans l'Yonne – il s'agit ici des Argiles de l'Armance – à moins de 5 m dans la vallée de l'Aube) et le passage latéral du même intervalle à des sables glauconieux entre Saint-Dizier et les Islettes suggèrent cependant une autre interprétation. De façon comparable à ce qui a été démontré pour les « tourtias » cénomaniens du nord du bassin de Paris et du bassin de Mons, qui sont des niveaux transgressifs glauconieux et microconglomératiques (Amédéo & Robaszynski 2010), on pourrait se trouver en présence, non pas d'une seule formation diachrone, mais plus probablement de la succession de deux intervalles transgressifs de séquences eustatiques de 3^e ordre s'exprimant sur la marge orientale du bassin de Paris par des faciès sablo-glauconieux. Les « Sables verts » du Nord de la France et des Ardennes et les « Sables verts de l'Aube » correspondraient dans ce cas à deux formations différentes et à deux séquences de dépôts successives (Fig. 10).

Pour être complet, une troisième formation sablo-glauconieuse intercalée entre les Sables verts de l'Aube et les Argiles à Plicatules s'ajoute aux précédentes à la limite entre les départements de l'Aube, de la Marne et de la Haute-Marne. Il s'agit des « Sables et grès jaunâtres » de Cornuel (1839, 1841) ou « Sables blancs » *auct.*, absents à Juzanvigny, mais qui sont connus aux environs de Saint-Dizier (Stchépinsky 1955). Il est vraisemblable que ces sables ont à l'origine couvert une aire beaucoup plus vaste au sein du bassin de Paris. Cependant les déformations tectoniques ayant affecté le bassin durant l'Aptien supérieur et plus précisément au cours du Clansayésien, à la limite entre les zones d'ammonites à *Nolaniceras nolani* et à *Hypacanthoplites jacobii*, ont entraîné une importante érosion des dépôts comme en témoignent les discordances angulaires mises en évidence par Guillocheau *et al.* (1999). Le terme de « Sables blancs » utilisé régionalement paraît un peu abusif dans la mesure où des grains de glauconie sont présents sur toute la hauteur de l'unité lithologique avec une concentration plus élevée vers le bas, la roche devenant alors localement vert-foncé. Pour cette raison, le terme de Sables d'Outines (Gargasien probable) est créé pour nommer la formation en respectant les règles stratigraphiques internationales. C'est en effet à Outines, localité située dans la Marne à 23 km au sud-ouest de Saint-Dizier (Fig. 5), qu'a été donnée la description la plus précise de la formation lors du forage d'un puits de 86,50 m. La coupe, reconstituée à partir des informations publiées par Bertrand (1955) et Stchépinsky (1955), apparaît comme suit, soit du haut vers le bas :

0 à 5,70 m formations superficielles ;

Argiles téguilines de Courcelles

5,70 à 59,70 m argiles à faciès Gault ;

Sables verts de l'Aube

59,70 à 74,20 m sables glauconieux, franchement verts ;

Sables d'Outines

74,20 à 81,40 m sables grossiers, blancs, meubles, contenant quelques grains de glauconie ;
81,40 à 84,00 m grès argileux gris-blanchâtre, contenant des petits galets de quartz et formant un véritable banc à huîtres (« *Ostrea aquila* ») ;
84,00 à 84,60 m grès identique au précédent, mais glauconieux ;
84,60 à 84,80 m sable argilo-glauconieux à grains de quartz et débris d'huîtres.

Argiles à Plicatules

84,80 à 86,50 m argile grise.

Fin du sondage.

Si ce n'est la localisation géographique de la coupe sur la bordure orientale du bassin de Paris, la suite lithologique des Sables d'Outines est identique à celle de la Formation de Verlincthun développée dans le Boulonnais (Amédéo & Robaszynski 1998) et des Sandgate Beds du sud-est de l'Angleterre (Casey 1961) qui sont datés par les ammonites de l'Aptien supérieur (Gargasien, zones d'ammonites à *Parahoplites nutfieldensis* et à *Nolaniceras nolani*). Il s'agit d'un cycle transgressif/régressif correspondant à une séquence eustatique de 3^e ordre (Amédéo & Matrimon 2004a).

En définitive, trois unités lithologiques séparées par des discontinuités sédimentaires et dont l'âge s'échelonne de l'Aptien supérieur à l'Albien inférieur se développent le long de la bordure orientale du bassin de Paris sous un faciès de sables glauconieux. On retrouve ici le concept de Lower Greensand utilisé outre-Manche. La Figure 10 résume de façon schématique la position stratigraphique de ces unités sablo-glauconieuses.

LES ARGILES À PLICATULES PRÉSENTENT UNE CYCLICITÉ DANS LEUR PARTIE SUPÉRIEURE ET CORRESPONDENT AUX ZONES D'AMMONITES SUCCESSIVES À *DESHAYESITES DESHAYESI* ET À *TROPAEUM BOWERBANKI* DE L'APTIIEN INFÉRIEUR.

Les Argiles à Plicatules sont décrites dans la littérature comme des argiles gris-noir à gris-brun, contenant dans leur partie inférieure de nombreuses exogyres et dans leurs parties moyenne et supérieure une abondante faune d'ammonites pyriteuses (Stchépinsky 1955 ; Damotte *et al.* 1978). Depuis les travaux de Corroy (1925), la formation est classiquement attribuée à l'Aptien inférieur et plus précisément à la zone d'ammonite à *Deshayesites deshayesi*. Le matériel en notre possession (collections Amédéo, Destombes et Dubus) a permis d'identifier il y a quelques années la zone suivante à *Tropaeum bowerbanki* de Casey (1961), mais sans localisation précise sur une coupe (Amédéo & Matrimon 2004a, b). Les levés et récoltes actuelles apportent deux informations nouvelles. Tout d'abord, l'existence d'une cyclicité est démontrée dans la moitié supérieure de la



FIG. 12. — Sondage AUB 121 : **A**, Argiles téglines de Courcelles présentant de nombreuses bioturbations ; **B**, Argiles à Plicatules présentant des accumulations coquillères et notamment des huîtres de grandes tailles ; **C**, détail des accumulations de coquilles au sein des Argiles à Plicatules ; **D**, contact entre les argiles à Plicatules (42 cm supérieurs de la carotte) et les Argiles bariolées à faciès wealdiens sous-jacentes ; **E**, lame mince (lumière polarisée non analysée) dans les Sables verts de l'Aube très glauconieux. Abréviations : **Q**, quartz ; **Gl**, glauconie). Échelles : A-D, 10 cm ; E, 200 µm.

formation, avec des cycles métriques à plurimétriques débutant par des niveaux décimétriques plus silteux et limités au sommet par des surfaces d'omission bioturbées. L'origine de ces cycles n'est pour l'instant pas connue, mais pourrait être en relation avec des cycles astronomiques. Par ailleurs, les ammonites recueillies dans les forages permettent pour la première fois de placer la limite entre les zones successives à *D. deshayesi* et à *T. bowerbanki* au tiers supérieur de la formation.

En prenant en compte le matériel décrit au XIX^e siècle par d'Orbigny (1840-1842) et Sarasin (1893), puis les révisions systématiques de Casey (1960-1980) et enfin nos propres récoltes réalisées à la fois sur le terrain et dans les forages décrits dans cet article, l'inventaire des ammonites connues dans les Argiles à Plicatules apparaît comme suit, du haut vers le bas :

- zone à *Tropaeum bowerbanki* (partie supérieure de la formation) : *Chelonicerias* (*Chelonicerias*) *cornuelianum* (d'Orbigny, 1841), *Dufrenoyia furcata* (J. de C. Sowerby, 1836), *Dufrenoyia* cf. *formosa* Casey, 1964 et *Dufrenoyia transitoria* Casey, 1961 ;
- zone à *Deshayesites deshayesi* (parties moyenne et inférieure de la formation, à l'exception peut-être des 4 ou 5 m inférieurs correspondant aux niveaux à lumachelles d'huîtres : *Toxoceratoides royerianus* (d'Orbigny, 1842), *Aconoceras* (*Aconoceras*) *nisoides* (Sarasin, 1893), *Aconoceras* (*Sanmartinoceras*) *aptianum* (Sarasin, 1893), *A. (S.) haugi* (Sarasin, 1893), *Pseudosaynella raresulcata* (d'Orbigny, 1840), *P. bicurvata* (Michelin, 1838), *P. heimi* (Sarasin, 1893), *Megatyloceras ricordeanum* (d'Orbigny, 1850), *Chelonicerias* (*Chelonicerias*) *cornuelianum*, *Ch. (Ch.) crassum* Spath, 1930 et *Deshayesites deshayesi* (d'Orbigny, 1841).

À cette liste d'espèces il convient d'ajouter *Roloboceras transiens* Casey, 1961, taxon créé à partir d'un moule interne provenant de Gurgy dans l'Yonne, mais sans position stratigraphique précise. Dans le Lower Greensand d'Angleterre, toutes les espèces rapportées au genre *Roloboceras* sont limitées à la zone à *Deshayesites forbesi* qui précède la zone à *D. deshayesi* (Casey, 1961). Il pourrait s'agir d'un indice suggérant la présence de la zone à *D. forbesi* à la base des Argiles à Plicatules, au moins dans l'Yonne, mais cela reste à prouver.

LES SABLES ET ARGILES BARIOLÉES (FACIÈS WEALDIENS) NE SONT PAS DES DÉPÔTS MARINS AYANT SUBI UNE PHASE D'ALTÉRATION LATÉRITIQUE, MAIS BIEN DES DÉPÔTS CONTINENTAUX OU LAGUNAIRES.

Les connaissances actuelles sur les faciès wealdiens du bassin anglo-parisien, représentés dans la partie orientale du bassin par les « Sables et argiles bariolées », résultent essentiellement des travaux de Allen (1975, 1998). Au Barrémien supérieur, le bassin de Paris, connecté au Sud de l'Angleterre, apparaît alors comme une vaste aire plane partiellement inondée, avec des lagunes saumâtres à salinité variable et des îles basses disséminées, ces dernières couvertes d'arbres et de ptéridophytes herbacés, soumises à l'altération et à la pédogenèse. Le climat était chaud, globalement semi-aride, mais aussi très variable avec des pluies saisonnières.

À l'échelle régionale de l'Aube et de la Haute-Marne, peu d'informations ont été publiées sur la stratigraphie des Sables et argiles bariolées et l'état des connaissances est résumé par Stchépinsky (1955) de la façon suivante : « *on peut retenir pour une coupe généralisée la présence constante de sables divers à la base et d'argile rose marbrée en haut* ». Le creusement du canal d'amenée du réservoir Aube a confirmé cette vision, avec simplement la description supplémentaire de stratifications obliques dans les sables situés à la base. Les forages AUB 111 et AUB 121 permettent de préciser deux points. Premièrement, des paléosols marqués par la présence de radicules existent au sein des argiles bariolées. Deuxièmement, la présence dans le forage AUB 121 de glauconie au niveau 122,90 m et dans l'intervalle 124,75-125,35 m, c'est-à-dire à la base des sables, démontre la récurrence locale d'incursions marines au début du dépôt des faciès wealdiens, même si leur genèse s'inscrit dans un contexte globalement régressif.

Courtinat *et al.* (2006) ont récemment suggéré que dans l'est du bassin de Paris, « *les terrains classiquement décrits sous le nom de Wealdien ne seraient pas des dépôts continentaux mais représenteraient un profil d'altération latéritique, d'âge Aptien inférieur, affectant une série marine d'abord marno-calcaire puis gréseuse* ». Nous n'avons pas observé de latérites ferriques à la limite entre les Argiles à Plicatules et les Sables et argiles bariolées, mais uniquement des oolites ferrugineuses. Par ailleurs, plusieurs paléosols sont présents au sein des argiles bariolées, indiquant que l'on se trouve bien en présence de dépôts continentaux ou lagunaires. La limite entre les Argiles à Plicatules et les Sables et argiles bariolées est une surface d'érosion majeure, sans doute une surface d'émersion associée à un climat chaud et semi-aride comme le suggèrent Courtinat *et al.* (2006) qui termine la partie régressive d'un cycle sédimentaire de 3^e ordre, mais en aucun cas elle n'affecte une série marine.

LES NIVEAUX DE « SANGUINE », DÉCRITS EN AFFLEUREMENTS AUX LIMITES SUPÉRIEURE ET INFÉRIEURE DES SABLES ET ARGILES BARIOLÉES, ONT UNE ORIGINE SECONDAIRE (TÉLOGÉNÉTIQUE).

Plusieurs lits de « sanguine », c'est-à-dire de plaquettes d'oxydes de fer d'un rouge vif, ont été décrits dans le passé dans la Haute-Marne, l'Aube et l'Yonne, en particulier aux limites supérieure et inférieure des Sables et argiles bariolées (Leymerie 1841, Berthelin 1874, Lambert 1916). Le lit le plus élevé, situé en réalité à la base des Argiles à Plicatules (Figs 3B ; 11B), correspond à l'« Argile rougeâtre durcie » de Cornuel (1839), à la « zone à *Terebratella astieriana* » de Cotteau (1863) et à la « Couche rouge de Wassy » de Stchépinsky (1955), attribuées aujourd'hui à l'Aptien inférieur (Damotte *et al.* 1978). Il s'agit de niveaux rouges, plus ou moins argileux, à plaquettes et rognons d'oxydes de fer, riches en oolites ferrugineuses, épais de 0,15 à 0,80 m. Aucun lit de « sanguine » n'a été recoupé

dans les forages de Juzanvigny. En revanche, des niveaux pluridécimétriques riches en oolites ferrugineuses noires existent dans les mêmes positions géométriques dans les forages AUB 111 et AUB 121. Cette observation révèle que, de façon comparable à ce qui a été décrit pour les cristaux de gypse, l'ocrification est un phénomène secondaire. Les lits de « sanguine » résultent d'une oxydation des oolites ferrugineuses lorsqu'on se rapproche de la surface, mais n'existent pas en profondeur.

LES ARGILES OSTRÉENNES SONT CONSTITUÉES, AU MOINS EN PARTIE, PAR UNE SUITE RYTHMÉE DE TEMPESTITES.

Seule la partie supérieure de la formation est recoupée dans les forages étudiés, sur une épaisseur de 5,10 m dans le forage AUB 111 et de 5,55 m dans le forage AUB 121. Malgré cette restriction, deux unités lithologiques peuvent être individualisées au sein des Argiles ostréennes dans l'intervalle étudié : au-dessus, entre les niveaux 125,80 et 129,75 m dans le cas du forage AUB 121, une argile noire entrecoupée de nombreux lits de tempestites surmontant chacun une petite discontinuité, en dessous et jusqu'à la base du sondage, une suite rythmée de tempestites, d'argile beige et de bancs carbonatés, suivant des cycles demi-métriques à métriques.

Cette description est conforme aux observations de terrain réalisées par Pernet (1983) dans les environs de Saint-Dizier et à la coupe dégagée lors du creusement du canal d'amenée du réservoir Aube, ainsi qu'à la suite lithologique recoupée par le sondage SC2, réalisé en 1985 au lieu-dit « La Chaise » à 7 km au sud-est de Juzanvigny et qui a traversé la totalité des Argiles ostréennes épaisses ici de 20,25 m (Kaelin 1990). La mise en évidence de niveaux de tempestites dans la partie supérieure des Argiles ostréennes est la principale nouveauté par rapport à toutes les publications antérieures. Comme déjà suggéré par Courtinat *et al.* (2006) à partir d'observations réalisées sur le sondage SC 101 implanté sur le site Andra de Soulaïnes-Dhuys, les Argiles ostréennes semblent constituées par un empilement de petits cycles sédimentaires. Chaque cycle débute, au-dessus d'une discontinuité de base, par une tempestite suivie d'une argile bioturbée dépourvue de macrofaune et se termine fréquemment par un banc calcaire incluant parfois (selon Courtinat *et al.*) des débris végétaux. D'un milieu plus ou moins lagunaire, on passe à chaque reprise à un environnement marécageux.

Selon Courtinat *et al.* (2006), l'ensemble « Argiles ostréennes-Sables et argiles bariolées » pourrait être interprété comme le prisme régressif d'une séquence eustatique de 3^e ordre dont l'intervalle transgressif serait constitué par la succession « Marnes bleues-Calcaire à Spatangues », deux formations non atteintes dans les forages AUB, mais qui sont riches en ammonites de l'Hauterivien inférieur. Le dépôt des Argiles ostréennes en contexte régressif, dans une faible profondeur d'eau, expliquerait la disparition des ammonites. Cette interprétation séquentielle sous-entend

une certaine continuité dans la sédimentation entre le Calcaire à spatangues de l'Hauterivien inférieur et les Argiles ostréennes attribuées par Courtinat *et al.* (2006) aux confins de la limite Barrémien inférieur-Barrémien supérieur. Elle diffère en cela de l'interprétation proposée par Rusciadelli (1999) qui reconnaît deux séquences de 3^e ordre dans le même intervalle. Mais se pose alors la question de la non-reconnaissance de l'Hauterivien supérieur dans la suite stratigraphique. La revue des données bibliographiques montre que l'attribution de la totalité des Argiles ostréennes au Barrémien est en réalité très incertaine en l'absence de récoltes d'ammonites et dans la mesure où la distribution verticale des dinoflagellés n'a pas été parallélisée avec les échelles biostratigraphiques fondées sur les ammonites. Dans la mesure où les foraminifères benthiques n'excluent pas un âge Hauterivien supérieur pour la base de la formation (Magniez-Jannin 1984), l'interprétation séquentielle proposée par Courtinat *et al.* (2006) est plausible, même si elle n'est pas encore démontrée.

CONCLUSIONS

Les forages Andra réalisés dans l'Aube sur le territoire de la commune de Juzanvigny, à quelques kilomètres au nord-est de Brienne-le-Château, sont d'un intérêt majeur. Ils permettent pour la première fois de décrire de façon détaillée, et dans une coupe continue, la moitié inférieure des Argiles tégulines de Courcelles (Albien moyen et inférieur), les Sables verts de l'Aube (Aptien supérieur), les Argiles à Plicatules (Aptien inférieur), les Sables et argiles bariolées (Barrémien « supérieur ») et une partie des Argiles ostréennes (Barrémien inférieur), c'est-à-dire la plus grande partie des formations du Crétacé inférieur présentes le long de la bordure orientale du Bassin Parisien. Parmi les résultats les plus significatifs, on peut citer la mise en évidence d'une importante réduction d'épaisseur de la partie inférieure des Argiles tégulines de Courcelles en partant de l'Yonne au sud et en se dirigeant vers la Haute-Marne au nord, puis un changement latéral de faciès du même intervalle réalisant la transition aux Sables verts albiens, l'origine secondaire des niveaux de « sanguine » et la présence de très nombreux niveaux de tempestites au sein des Argiles ostréennes. Il est également très probable que les Sables verts de l'Aube (aptiens) et les Sables verts albiens du Nord de la France et des Ardennes représentent, non pas une seule formation diachrone, mais deux intervalles transgressifs superposés.

Sur le plan sédimentologique, la description détaillée des forages AUB 111 et AUB 121 confirme l'absence de passées sableuses et la grande homogénéité des Argiles tégulines de Courcelles sur le secteur de Juzanvigny.

Remerciements

Les auteurs remercient vivement MM Jean-Pierre Gély et Éric Lasseur pour leurs remarques constructives sur le manuscrit initial.

RÉFÉRENCES

- ALLEN P. 1975. — Wealden of the Weald: a new model. *Proceedings of the Geologists' Association*, London 86: 389-437. [https://doi.org/10.1016/S0016-7878\(75\)80057-5](https://doi.org/10.1016/S0016-7878(75)80057-5)
- ALLEN P. 1998. — Purbeck-Wealden (early Cretaceous) climates. *Proceedings of the Geologists' Association*, London 109: 197-236. [https://doi.org/10.1016/S0016-7878\(98\)80066-7](https://doi.org/10.1016/S0016-7878(98)80066-7)
- AMÉDRO F. 1985. — Nouvelles données paléontologiques (ammonites) sur l'Albien de la bordure nord-est du bassin de Paris (de la Thiérache au Perthois). *Bulletin trimestriel de la Société Géologique de Normandie et des Amis du Muséum du Havre* 71: 17-30.
- AMÉDRO 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. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00415815>
- AMÉDRO F., MAGNIEZ-JANNIN F., COLLETÉ C. & FRICOT C. 1995. — L'Albien-type de l'Aube: une révision nécessaire. *Géologie de la France* 2: 25-42.
- AMÉDRO F. & MATRION B. 2004a. — L'Aptien-Albien du bassin de Paris: un nouveau regard à l'aube du XXI^e siècle. *Bulletin d'Information des Géologues du Bassin de Paris*, 41: 3-23.
- AMÉDRO F. & MATRION B. 2004b. — Les ammonites aptiennes des Argiles à Plicatules de la bordure orientale du bassin de Paris: un aperçu. *Bulletin de l'Association géologique auboise* 24-25: 75-80.
- AMÉDRO F. & MATRION B. 2007. — Une coupe lithologique synthétique dans l'Albien-type de l'Aube. *Bulletin d'Information des Géologues du Bassin de Paris* 44: 7-23.
- AMÉDRO F. & MATRION B. 2008. — Corrélations dans l'Albien de l'Yonne et de l'Aube, France (lithologie et ammonites). *Bulletin d'Information des Géologues du Bassin de Paris* 45: 12-24.
- AMÉDRO F. & MATRION B. 2014. — L'étage Albien dans sa région-type (Aube, France): une synthèse dans un contexte sédimentaire global. *Carnets de Géologie* 14 (5): 69-128.
- AMÉDRO F., MATRION B., FRICOT C. & TOUCH R. 2015. — Les argiles et marnes albiennes à faciès Gault et leur passage aux marnes cénomaniennes dans l'Est du bassin de Paris au regard de la stratigraphie événementielle. *Bulletin d'Information des Géologues du Bassin de Paris* 52: 9-28.
- AMÉDRO F., MATRION B., MAGNIEZ-JANNIN F. & TOUCH R. 2014. — La limite Albien inférieur-Albien moyen dans l'Albien-type de l'Aube (France): ammonites, foraminifères, séquences. *Revue de Paléobiologie*, Genève 33: 159-279.
- AMÉDRO F., MATRION B., TOMASSON R., MAGNIEZ-JANNIN F. & COLLETÉ C. 2004. — L'Albien supérieur de Vallentigny dans la région stratotypique (Aube, F): nouvelles données et révision de l'ammonite *Mortoniceras (Mortoniceras) inflatum* (J. Sowerby, 1818). *Bulletin trimestriel de la Société géologique de Normandie et des Amis du Muséum du Havre* 90: 5-28.
- 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* 37: 3-12.
- AMÉDRO F. & ROBASZYNSKI F. 1998. — L'Aptien-Albien à Wissant et au Tunnel sous la Manche à Sangatte (France): la transgression eocétacée au Nord du bassin de Paris. *Bulletin du Bureau de Recherches géologiques et minières* 4: 15-26.
- AMÉDRO F. & ROBASZYNSKI F. 2010. — La transgression cénomaniennne et l'âge des Tourtias du Nord du Bassin de Paris (F) et du Bassin de Mons (B.). *Bulletin d'Information des Géologues du Bassin de Paris* 47: 7-35.
- AMÉDRO F. & ROBASZYNSKI F. 2014. — Le Crétacé du bassin parisien, in GÉLY J.-P. & HANOT F. (éd.), *Le Bassin parisien, un nouveau regard sur la géologie*. *Bulletin d'Information des Géologues du Bassin de Paris, Mémoire Hors-série* 9: 75-84.
- BARROIS CH. 1878. — Mémoire sur le Terrain crétacé des Ardennes et des régions voisines. *Annales de la Société géologique du Nord* 5: 227-487. <http://hdl.handle.net/1908/3773>
- BERTHELIN G. 1874. — Note sur les subdivisions de l'étage Néocomien aux environs de Bar-sur-Seine. *Mémoires de la Société académique de l'Aube* 38: 237-253.
- BERTRAND L. 1955. — La limite entre les étages aptien et albien dans la région de Saint-Dizier (Haute-Marne). *Bulletin de la Société géologique de France*, 6^e sér., 4: 585-596.
- BROMLEY R. G. 1990. — *Trace fossils: Biology and Taphonomy*. London, Unwin Hyman, 280 p.
- CASEY R. 1960-1980. — A Monograph of the Ammonoidea of the Lower Greensand. Parts I to IX. *Palaeontographical Society*, London, 660 p., 112 pls.
- CASEY R. 1961. — The stratigraphical Palaeontology of the Lower Greensand. *Palaeontology* 3: 487-621.
- COLLETÉ C., FRICOT C., MATRION M., TOMASSON R. & TREFFOT G. 1996. — *La géologie du département de l'Aube. Essai de synthèse*. Association géologique auboise, Troyes, 213 p.
- CORNUEL J. 1839. — Mémoire sur l'arrondissement de Wassy. Observations de M. de Roys. *Bulletin de la Société géologique de France* 10: 286-291.
- CORNUEL J. 1841. — Mémoire sur les Terrains Crétacé inférieur et supra-jurassique de l'arrondissement de Wassy (Haute-Marne). *Mémoires de la Société géologique de France*, 1^e sér., 4: 30-290.
- CORROY G. 1925. — *Le Néocomien de la bordure orientale du bassin de Paris*. Thèse de la Faculté des Sciences de Nancy, 334 p.
- COSSIGNY J. DE 1881. — Carte géologique à 1/80 000. Feuille Troyes, 1^{ère} édition.
- COSSIGNY J. DE 1887. — Sur le Terrain Crétacé inférieur du Sud-Est du bassin de Paris et sur son parallélisme avec celui des autres régions. *Bulletin de la Société géologique de France*, 3^e sér., 15: 584-590.
- COTTEAU G. 1857. — Études sur les échinides fossiles du département de l'Yonne: terrain jurassique. *Bulletin de la Société des Sciences historiques et naturelles de l'Yonne* 11: 401-433. <http://dx.doi.org/10.5962/bhl.title.11248>
- COTTEAU G. 1863. — Études sur les échinides fossiles du département de l'Yonne: terrain crétacé. *Bulletin de la Société des Sciences historiques et naturelles de l'Yonne* 17: 3-39.
- COUREL L., FEUILLEE P., RAT P., SEDDOH F. & TRESCHARTES J. 1972. — Les sables albiens dans le sud-est du bassin parisien. Analyse sédimentologique. Essai paléogéographique. *Revue de Géographie physique et de Géologie dynamique* 2: 171-188.
- COURTINAT B., FERRY S. & COURTINAT S. 2006. — Les kystes de dinoflagellés des Argiles ostréennes du Bassin de Paris, France. *Revue de Micropaléontologie* 49: 11-19. <https://doi.org/10.1016/j.revmic.2005.10.003>
- DAMOTTE R., FAUVEL P.-J., GEISLER D., HILLY J., MORETTO R., MEYER R., MAGNIEZ-JANNIN F. & SOUDET H. 1978. — Le Barrémien et l'Aptien inférieur de Saint-Dizier (Haute-Marne). 103^e Congrès national des Sociétés savantes, Nancy, 1978, *Sciences* 4: 351-362.
- ERNST G., SCHMID F. & SEIBERTZ E. 1983. — Event-Stratigraphie im Cenoman und Turon von NW-Deutschland. *Zitteliana* 10: 531-554.
- 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., NALPA T., PRIJAC C., RIGOLLET C., SERRANO O. & GRANDJEAN G. 1999. — Évolution géodynamique du Bassin de Paris: apport d'une base de données stratigraphiques 3D. *Bulletin d'Information des Géologues du Bassin de Paris* 36: 3-35.
- HART M. B., AMÉDRO F. & OWEN H. G. 1996. — The Albien stage and substage boundaries. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences naturelles de Belgique*, vol. 66 (suppl.), Comptes-rendus « Second International Symposium on Cretaceous Stage Boundaries », Bruxelles 8-16 septembre 1995: 45-56.
- HATRIVAL J. N. & MORFAUX P. 1974. — *Notice explicative. Carte géol. France (1/50 000), feuille de Bouilly*. Bureau de Recherches géologiques et minières, Orléans, 23 p.

- JUIGNET P. & KENNEDY W. J. 1974. — Structures sédimentaires et mode d'accumulation de la craie du Turonien supérieur et du Sénonien du Pays de Caux. *Bulletin du Bureau de Recherches géologiques et minières (deuxième série), section IV*, 1: 19-47, 3 pls.
- KAELIN J.-L. 1990. — *Région de Soulaïnes (Aube, France). Géologie, hydrogéologie et géotechnique*. ANDRA, Fontenay-les-Roses, 161 p., 10 pls, 2 cartes.
- KENNEDY W. J., GALE A. S., BROWN P. R., CARON M., DAVEY R. J., GROCKE D. & WRAY D. 2000. — Integrated stratigraphy across the Aptian-Albian boundary in the Marnes bleues, at the Col de Pré-Guittard, Arnayon (Drôme), and at Tartonne (Alpes-de-Haute-Provence), France: a candidate Global boundary Stratotype Section and Point for the base of the Albian stage. *Cretaceous Research* 21: 591-720. <https://doi.org/10.1006/cres.2000.0223>
- LAMBERT J. 1916. — Sur l'existence de l'étage Valanginien et sur l'oscillation barrémienne dans l'Aube et dans l'Yonne, avec observations sur les échinides de ces étages. *Mémoires de la Société académique de l'Aube* 80: 3-78.
- LAGRÈCHE C., RAT P. & MALAPRIS M. 1965. — Documents paléontologiques et stratigraphiques sur l'Albien de l'Aube. *Mémoires du Bureau de Recherches géologiques et minières* 34 (colloque sur le Crétacé inférieur, 1963): 237-253.
- LAUVERJAT J. 1967. — *Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique de l'Albien dans le centre du bassin de Paris*. Thèse de la Faculté des Sciences de Paris et Rapport du Bureau de Recherches géologiques et minières, Rapport BRGM/DSGR-A-015, 211 p., 28 pls.
- LAUVERJAT J. 1969. — L'Albien de l'Aube et de l'Yonne: corrélations stratigraphiques. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, série D, 29: 1942-1945.
- LEMOINE P., HUMERY R. & SOYER R. 1939. — Les forages profonds du Bassin de Paris. La nappe artésienne des Sables verts. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 700 p., 1 pl. (Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle, Nouvelle Série; 11).
- LEYMERIE A. 1841. — Mémoire sur le terrain crétacé du département de l'Aube contenant des considérations générales sur le terrain néocomien. *Mémoires de la Société Géologique de France*, 1^{ère} série, 4: 291-364, pls 13-17.
- LEYMERIE A. 1842. — Mémoire sur le terrain crétacé du département de l'Aube contenant des considérations générales sur le terrain néocomien. *Mémoires de la Société Géologique de France*, 1^{ère} série, 5: 1-34, pls 1-18.
- MAGNIEZ-JANNIN F. 1984. — Signification biostratigraphique et paléocéologique des associations de foraminifères de l'Hauterivien-Barrémien, in OERTLI H. D. (éd.), Benthos '83', 2^e Symposium international sur les Foraminifères benthiques (Pau 1983). *Bulletin des Centres de Recherche, Exploration-Production d'Elf-Aquitaine* 8: 401-408.
- ORBIGNY A. D' 1840. — *Paléontologie française. Terrains Crétacés. Tome 1. Céphalopodes*. Masson, Paris: 1-120. <http://dx.doi.org/10.5962/bhl.title.24936>
- ORBIGNY A. D' 1841. — *Paléontologie française. Terrains Crétacés. Tome 1. Céphalopodes*. Masson, Paris: 121-430. <http://dx.doi.org/10.5962/bhl.title.50510>
- ORBIGNY A. D' 1842a. — *Paléontologie française. Terrains Crétacés. Tome 1. Céphalopodes*. Masson, Paris: 431-662, pls 1-151.
- ORBIGNY A. D' 1842b. — *Paléontologie française. Terrains Crétacés. Tome 2. Gastéropodes*. Masson, Paris: 1-224.
- ORBIGNY A. D' 1843. — *Paléontologie française. Terrains Crétacés. Tome 2. Gastéropodes*. Masson, Paris: 225-456, pls 152-236.
- ORBIGNY A. D' 1852. — *Cours élémentaire de paléontologie stratigraphique*. Masson, Paris, 847 p.
- PERNET O. 1983. — *La transgression de la base du Crétacé sur la bordure sud-est du Bassin de Paris (Valanginien-Hauterivien-Barrémien)*. Thèse de doctorat de 3^e cycle, Géologie, Université de Dijon, 126 p.
- 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*. Éditions du Centre national de la Recherche scientifique, Paris 5, 446 p., 51 pls (collection Les stratotypes français).
- ROBASZYSKI F. & AMÉDRO F. 1986. — The Cretaceous of the Boulonnais (France) and a comparison with the Cretaceous of Kent (United Kingdom). *Proceedings of the Geologists' Association* 97: 171-208. [https://doi.org/10.1016/S0016-7878\(86\)80067-0](https://doi.org/10.1016/S0016-7878(86)80067-0)
- RUSCIADELLI G. 1999. — Stratigraphie séquentielle et analyse de l'espace disponible du Jurassique supérieur au Crétacé inférieur du bassin de Paris. *Atti Ticinensi di Scienze della Terra*, s.s., 8: 3-83.
- SARASIN CH. 1893. — Étude sur les *Oppelia* du groupe *nisus* et les *Sonneratia* du groupe du *bicurvatus* et du *rareculatus*. *Bulletin de la Société géologique de France*, 3^e sér., 21: 149-164.
- STCHÉPINSKY V. 1955. — Le Crétacé inférieur de l'Est du bassin de Paris d'après les données nouvelles. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 6^e sér., 4: 597-608.

Soumis le 27 octobre 2015;
 accepté le 19 septembre 2016;
 publié le 30 juin 2017.

ANNEXE

ANNEXE 1. — Description du forage ANDRA AUB 121 de Juzanvigny (Aube, France).

Forage réalisé en 2013. Coordonnées Lambert zone 1 : X = 769,250 ; Y = 1082,444 ; Z = 153,01 m. Du haut vers le bas, la succession lithologique apparaît comme suit (Fig. 11) :

0 à 5,30 m Formations superficielles et argile altérée.

Argiles tégulines de Courcelles (recoupées sur 70,90 m) : Albien moyen et inférieur

- 5,30 à 11,31 m Comme dans le sondage précédent, 42 % des carottes ont été prélevées dans l'intervalle. Les portions préservées sont constituées d'argile gris foncé, peu fossilifère. Deux inocérames appartenant à l'espèce *Actinoceramus concentricus* ont été observés entre les niveaux 7,30 et 7,35 m ;
- 11,31 à 23,55 m Argile gris foncé, présentant çà et là des bioturbations de type *Chondrites*, entrecoupée de plusieurs surfaces d'omission bioturbées (*Thalassinoides* et *Planolites* cf. Bromley, 1990) à 12,00, 13,10, 14,90, 15,45, 15,80 et 22,95 m (Fig. 12A). Des nodules phosphatés centimétriques beige, peu fréquents, sont épars dans la masse de l'argile avec un lit de nodules non jointifs à 22,80 m. Plusieurs bancs carbonatés, décimétriques, bioturbés, sont présents à 20,15, 20,40 et 23,50 m. La macrofaune est peu fréquente jusqu'au niveau 21,20 m avec seulement deux ammonites : *Hamites* sp. à 17,70 m et *Beudanticeras* sp. à 19,65 m et un horizon d'abondance en serpules dans l'intervalle 17,10-17,40 m. En dessous du niveau 21,20 m, les inocérames deviennent abondants, accompagnés de quelques serpules à 21,30 m et d'un *Hemiaster* à 21,65 m ;
- 23,55 à 24,80 m Absence de carotte ;
- 24,80 à 30,50 m Argile gris-foncé, très légèrement micacée, parsemée de très nombreuses empreintes d'*Actinoceramus concentricus*, incluant plusieurs horizons riches en *Chondrites*, en particulier à 26,50 et 28,66-29,00 m et des surfaces d'omission bioturbées à 25,25, 26,55 et 26,90 m. La base de l'intervalle présente un lit sableux centimétrique qui contient également des graviers phosphatés noirs. Les ammonites sont fréquentes, représentées par les espèces *Anahoplites intermedius* (à 24,98, 25,20, 25,66 et 26,55 m), *Anahoplites planus* (à 26,15 m) et *Euhoplites loricatus* Spath, 1925 (à 30,40 m) ;
- 30,50 à 30,60 m Concentration dans une argile gris foncé de coquilles d'*Actinoceramus concentricus*, *Nucula*, *Plicatula*, gastéropodes, etc. Ce lit a également livré une ammonite appartenant à l'espèce *Hoplites* (*Hoplites*) *canavarii* ;
- 30,60 à 38,65 m Argile noire, finement micacée, parsemée de nombreuses empreintes d'*Actinoceramus* et contenant quelques nodules phosphatés centimétriques marron, quelques débris de bivalves et gastéropodes, quelques *Hemiaster* et des ammonites appartenant toutes à l'espèce *Hoplites* (*Hoplites*) *dentatus* (à 31,00, 31,50, 35,05, 35,95, 37,25 et 37,52 m). Le spécimen recueilli à 31,00 m est une forme tardive d'*H. (H.) dentatus*, proche d'*Hoplites (H.) rudis*, (espèce à côtes fortement projetées vers l'avant au tiers externe du flanc et possédant une paire de côtes lautiformes) ;
- 38,65 à 38,70 m Moule interne argileux nacré d'une ammonite (*Hoplites (H.) benettianus*) dont le diamètre est estimé entre 20 et 25 cm, associé à un gravier phosphaté et à une concentration de macrofossiles : bivalves, petits gastéropodes, échinides spatangoides, *Protanisoceras* ;
- 38,70 à 46,40 m Argile noire, finement micacée, présentant des bioturbations, des nodules phosphatés marron épars et quelques lits pluricentimétriques riches en fragments de coquilles de bivalves, en particulier à 41,45 et à 41,80 m. Les ammonites sont communes, avec des *Protanisoceras* (à 38,80, 40, 45 et 44,10 m), *Beudanticeras* (à 39,20 et 40,45 m), *Hoplites (H.) benettianus* (à 39,75, 41,35, 41,65 et 43,30 m) et *Lyelliceras lyelli* (à 40,65 m) ;
- 46,40 à 46,42 m Lit centimétrique de graviers et nodules phosphatés marron, usés, inclus dans une argile noire, silteuse, surmontant une surface d'omission. Deux moules internes de *Beudanticeras* ont été collectés dans le lit, accompagnés de plusieurs rostrs de la bélemnite *Neohibolites minimus* (Lister) ;
- 46,42 à 69,20 m Argile noire, finement micacée, légèrement silteuse, entrecoupée de plusieurs surfaces d'omission bioturbées à *Thalassinoides*, présentant des nodules phosphatés centimétriques marron épars, quelques nodules de pyrite, des lits pluricentimétriques riches en débris de coquilles de bivalves, quelques intervalles bioturbés par des *Chondrites*, en particulier entre les niveaux 65,70 et 66,80 m et plusieurs lits décimétriques plus carbonatés. La surface située au niveau 51,30 m est particulièrement bien exprimée. Deux graviers phosphatés noirs ont été observés immédiatement au-dessus de celle-ci. La macrofaune abonde dans

ANNEXE 1. — Suite.

la masse des argiles avec de nombreux bivalves : *Actinoceramus*, *Nucula*, *Entolium*, *Plicatula*, *Ostrea*, des gastéropodes, dentales, échinides spatangoïdes et surtout des ammonites : *Protanisoceras*, *Douvilleiceras mammillatum* et *Beudanticeras* communs sur toute la hauteur de l'intervalle, *Hoplites* (*H.*) *benettianus* (à 53,85, 55,44, 59,43, 59,70, 64,32, 65,25 et 65,55 m), *Hoplites* (*Isopoplites*) *steinmanni* (à 54,72, 57,55, 63,90 et 63,92 m), *Otohoplites normanniae* Destombes, Juignet & Rioult, 1974 (à 65,55 m), *Otohoplites subhilli* (à 65,75 et 66,45 m) et *Ndumuiceras* sp. (2 exemplaires à 67,00 m) ;

- 69,20 à 72,25 m Argile sableuse et glauconieuse noire, finement micacée, constituée de cycles pluridécimétriques dont les limites supérieure et inférieure sont marquées par des surfaces d'omission bioturbées. Chaque cycle débute par un lit pluricentimétrique riche en sable et en glauconie et passe vers le haut à une argile silteuse noire. La glauconie est surtout abondante dans les intervalles 69,50-59,70 m et 71,70-72,25 m. La base de l'unité lithologique est constituée par un lit sableux grésifié, épais de 10 cm, riche en fragments de bivalves et contenant un peu de phosphate marron ;
- 72,25 à 74,20 m Argile noire, légèrement silteuse et finement micacée, contenant entre les niveaux 72,60 et 72,80 m de très nombreuses empreintes d'*Actinoceramus salomoni* ;
- 74,20 à 76,15 m Argile silteuse noire, d'abord finement ponctuée de grains inframillimétriques de glauconie jusqu'au niveau 75,60 m, puis se chargeant en glauconie et devenant noir-verdâtre dans sa partie inférieure ;
- 76,15 à 76,20 m Lit de concrétions grésophosphatées de 2 à 3 cm, incluses dans une argile sablo-glauconieuse noir-verdâtre.

Sables verts de l'Aube (9,90 m) : Aptien supérieur *pars* (Clansayésien probable)

- 76,20 à 78,10 m Sable argilo-glauconieux vert-foncé, assez fin, devenant encore plus argileux dans les 0,40 m inférieurs (Fig. 12E) ;
- 78,10 à 86,10 m Sable glauconieux grossier, franchement vert. Les 10 cm inférieurs sont très grossiers, voire graveleux, vert-bouteille et reposent sur les Argiles à Plicatules sous-jacentes par l'intermédiaire d'une surface d'érosion bien marquée avec des bioturbations s'enfonçant sur une profondeur de 0,30 m.

Argiles à Plicatules (30,66 m) : Aptien inférieur (Bédoulien)

- 86,10 à 106,30 m Argile gris-brun, très légèrement micacée, présentant des cycles plurimétriques. Le plus souvent, les cycles sont limités par des surfaces d'omission bioturbées et débutent par des niveaux plus silteux, bioturbés, riches en *Chondrites* et contenant quelques nodules phosphatés centimétriques beige. La macrofaune est occasionnelle, un peu plus fréquente semble-t-il à la base des cycles et comprend des bivalves : plicatules, tellines, *Arca*, *Pinna*, des échinides spatangoïdes et des ammonites : *Dufrenoyia* cf. *formosa* Casey, 1964 à 90,40 m, *Dufrenoyia* cf. *furcata* à 96,64 et 102,50 m, *Aconoceras* (*Aconoceras*) *nisoides* (Sarasin, 1893) à 105,15 m et *Deshayesites* sp. et *Aconoceras* sp. à 105,80 m ;
- 106,30 à 111,90 m Argile gris-brun, paraissant homogène, parsemée de *Chondrites*, avec quelques bivalves, dont des plicatules et surtout de nombreuses ammonites : *Aconoceras* (*A.*) *nisoides* à 106,52 m, *Deshayesites* sp. à 107,27 m, *Pseudosaynella* cf. *bicurvata* (Michelin, 1838) à 108,26 m, *Deshayesites deshayesi* à 108,70 et 108,83 m et *Pseudosaynella bicurvata* à 108,98 m ;
- 111,90 à 112,00 m Lumachelle constituée d'une accumulation de grosses huîtres (5 à 8 cm) incluses dans une argile gris-brun. La limite inférieure du lit est une surface d'omission (Fig. 12B, C) ;
- 112,00 à 112,20 m Argile noire pénétrée à sa partie supérieure par des *Thalassinoides* remplies d'argile gris-brun provenant de l'unité lithologique sus-jacente ;
- 112,20 à 112,35 m Lumachelle de grosses huîtres disposées en tous sens (5 à 8 cm) ;
- 112,35 à 112,65 m Lumachelle de petites huîtres (2 à 3 cm) emballées dans une argile noire ;
- 112,65 à 114,00 m Argile noire, bioturbée. Les bioturbations sont remplies d'une argile de couleur noir-cendré. La limite inférieure de l'unité lithologique est soulignée par un lit centimétrique rempli de coquilles de petits bivalves. Une ammonite appartenant au genre *Deshayesites*, avec un diamètre estimé à 18 cm, a été recueillie à 113,70 m. Le spécimen ne montre malheureusement pas la région ventrale et est indéterminable au niveau spécifique ;
- 114,00 à 115,30 m Argile noir-cendré, silteuse, très bioturbée, contenant un peu plus de silt et des grains inframillimétriques de pyrite bien cristallisée dans les bioturbations ;

- 115,30 à 116,00 m Argile noir-cendré, non silteuse, lisse au toucher, incluant quelques moules internes de lamellibranches et, à 115,75 m, une pinule de fougère ;
- 116,00 à 116,76 m Argile noire très bioturbée, silteuse dans sa partie supérieure, devenant sableuse vers le bas et incluant sur toute sa hauteur de nombreux moules internes de petits bivalves et quelques nodules phosphatés centimétriques beige. De nombreuses oolithes ferrugineuses inframillimétriques noires sont présentes dans les 0,30 m inférieurs. La limite inférieure de l'unité lithologique est une surface de ravinement enduite d'oolithes ferrugineuses, celles-ci remplissant également les bioturbations. Des débris de ptéridophytes sont présents à 116,58 et 116,60 m.

Sables et argiles bariolées (9,04 m) : (?) Barrémien supérieur à faciès wealdiens

- 116,76 à 118,90 m Argiles bariolées, rouges et blanches (Fig. 12D), avec des paléosols à 117,15 et 117,80 m ;
- 118,90 à 119,08 m Sable argileux gris, consolidé à la base ;
- 119,08 à 121,30 m Argiles silteuses bariolées, lie de vin et gris pâle, avec des paléosols caractérisés par la présence de radicelles et de rhizomes à 119,50, 120,50 et 121,00 m. De fines laminations argileuses lie de vin soulignent la limite inférieure de l'unité ;
- 121,30 à 122,15 m Silt gris clair devenant argileux vers le bas, rempli de nombreux faisceaux de filets argileux millimétriques onduleux pouvant correspondre à l'enregistrement de cycles tidaux. Des débris ligneux abondent dans les 0,30 m inférieurs ;
- 122,15 à 124,40 m Silt gris foncé parsemé de filets argileux millimétriques, passant dans les 0,50 m inférieurs à un sable fin avec des filets argileux obliques. Une passée centimétrique de sable glauconieux cimenté, incluant des graviers phosphatés noirs et du phosphate marron foncé reposant sur la surface bioturbée limitant la base du lit, est visible à 122,90 m. Des débris ligneux sont épars entre 123,20 et 123,40 m ;
- 124,40 à 125,35 m Sable fin, gris, entrecoupé de quelques filets argileux obliques et contenant un peu de glauconie fine disséminée en dessous du niveau 124,75 m ;
- 125,35 à 125,80 m Banc gréseux constitué d'oolithes ferrugineuses brun foncé. La limite inférieure du banc est légèrement onduleuse, mais non bioturbée.

Argiles ostréennes (vues sur 5,55 m) : (?) Barrémien inférieur

- 125,80 à 125,90 m Concrétion silicifiée beige ;
- 125,90 à 128,40 m Argile gris sombre, paraissant homogène, entrecoupée de nombreux lits centimétriques ou plurimillimétriques de tempestites. Chacun de ces lits apparaît sous l'aspect d'un niveau plus sableux ou est caractérisé par une concentration en débris de coquilles de bivalves et limité à la base par une surface onduleuse ;
- 128,40 à 128,45 m Concrétion silicifiée chocolat ;
- 128,45 à 129,00 m Argile chocolat incluant quelques moules internes de petits bivalves ;
- 129,00 à 129,75 m Argile noire, entrecoupée entre 129,00 et 129,02 m d'une lumachelle constituée de fragments de petites huîtres et à 129,18 et à 129,40 m de lits de petits bivalves de 5 mm, monospécifiques ;
- 129,75 à 131,35 m Argile beige, bioturbée par des *Chondrites* et entrecoupée de plusieurs bancs carbonatés décimétriques gris-pâle et de niveaux plurimillimétriques de tempestites riches en débris d'huîtres. Des débris ligneux sont inclus dans le banc calcaire présent entre les niveaux 130,60 et 130,80 m.

Fin du sondage.