

L'Aptien-Albien à Wissant et au tunnel sous la Manche à Sangatte (France) : la transgression éocrétacée au nord du bassin de Paris*

Francis AMEDRO ⁽¹⁾
Francis ROBASZYNSKI ⁽²⁾

The Aptian-Albian at Wissant and the Sangatte Channel-tunnel site (France): new data on the Early Cretaceous transgression in the North of the Paris Basin

Géologie de la France, n°4, 1997, pp. 15-26, 5 fig.

Mots-clés : Aptien, Albien, Coupe-sondage, Coupe géologique, Paléogéographie, Pas-de-Calais.

Key words: Aptian, Albian, Borehole sections, Sections, Paleogeography, Pas-de-Calais, France.

Résumé

Deux nouvelles coupes dans les « Sables verts » de l'Aptien-Albien du Boulonnais ont été étudiées à la faveur des travaux sur le site du tunnel sous la Manche à Sangatte et lors de l'aménagement d'une déviation routière à Wissant. Le sondage F86-7 du puits de Sangatte a recoupé en continu les formations du Turonien inférieur, Cénomanien, Albien, Aptien et les faciès wealdiens reposant sur le Paléozoïque. La Formation de Verlincthun, aptienne, a été traversée pour la première fois dans toute son épaisseur. La déviation de Wissant a mis au jour, également pour la première fois, le contact entre les faciès wealdiens et la Formation de Verlincthun. Une faune d'ammonite date la Formation de Verlincthun de l'Aptien supérieur. Sous la Formation de Verlincthun, l'Horizon du Cat-Cornu (anciennement « Formation » du Cat-Cornu) est constitué de nodules phosphatés qui ont livré des ammonites remaniées de deux zones de l'Aptien inférieur. Quatre cartes paléogéographiques du Boulonnais, deux pour l'Aptien, deux pour l'Albien, concrétisent l'apport des nouvelles données.

Abridged English version

Introduction

The Lower Greensands and Gault at Wissant were considered by d'Orbigny (1842) as reference deposits for creation of the Albien stage, complementing the Aube type-region. The lithology and palaeontology of the Albien at Wissant have since been precisely described (see history and characteristics of the Gault and Greensands in Robaszynski and Amédro, 1986). This is not, however, the case for the beds beneath the Albien Greensands, i.e. the Aptian and Wealden facies. These beds were partially exposed after the 1971 and 1975 storms that removed the beach sands covering the foreshore substratum. A composite lithological succession of approximately 14 m was established for the Late Aptian (« Gargasian » and « Claysayesian ») alone, with the base of the Aptian marine formations and the contact with the Wealden continental facies remaining unknown.

Road works along the D 940 road to the south of Wissant and a cored borehole at the site of the Channel-tunnel access

shaft have provided new data concerning the Aptian and its transition with the Wealden facies. These data make it possible to specify the processes prevailing at the beginning of the Cretaceous transgression along the northern edge of the Boulonnais region.

The Aptian-Albian in borehole F 86-7 at Sangatte

Borehole F 86-7, sited 57 m east of the Channel-tunnel access shaft at Sangatte, intersected Turonian chalk partly and Cenomanian rocks (cf. Amédro and Robaszynski, 1990), then Albian-Aptian and Wealden facies before finishing in the Palaeozoic at a depth of 115.30 m.

The Saint-Pô Formation (or Gault) (n 6P), Middle-Late Albian in age, was intersected over 12.55 m between 87.55 m and 100.10 m. It is composed essentially of grey to black clay and contains four phosphatic interbeds: P6 at 90.90 m, P5 at 92.80 m, P4 at 94.48 m and P3 at 100.05 m.

The Gardes Formation (or « Greensands ») (n 6G), Early Albian in age, was intersected over 2.45 m between

* Manuscrit reçu le 13 octobre 1997, accepté définitivement le 2 décembre 1997.

(1) 26 rue de Nottingham, 62100 Calais, France.

(2) Faculté Polytechnique, Dépt. Mines-Géologie, 9, rue de Houdain, 7000 Mons, Belgique.

100.10 m and 102.55 m. It consists of sands that are gritty in places and contains the phosphatic beds P2 at 100.10 m and P1 at 101.07 m.

The Wissant (n 5W) and Verlincthun (n 5V) formations and the Cat-Cornu (n 5C) Horizon, Aptian in age, were intersected for the first time in their entirety with respective thicknesses of 1.45 m, 12.10 m and 0.05 m. They consist of argillaceous-glaucous sands and glauconitic deposits containing black gravel in the lower part. Beneath the Verlincthun Formation, the Cat-Cornu Horizon is made up of phosphatic nodules coated with glauconite.

The underlying Wealden facies (1.10 m) are mainly represented by white sands and overlie Palaeozoic limestone.

The Wealden facies - Aptian contact in the Fart quarry at Wissant

The embankments cut during restructuring of the D 940 road provide a 6 m section where the contact between the Wealden continental facies and the Aptian marine formations is well exposed. The Verlincthun Formation is exposed over 4.5 m with arenaceous clay interbedded with glauconitic deposits. The underlying Cat-Cornu Horizon contains phosphatic nodules with Early Aptian ammonites. This horizon overlies a unit of plastic clay and sands representing the Wealden facies, which an auger borehole intersected for 26.50 m without reaching the base.

Data from the new Sangatte and Wissant sections

1. Palaeozoic basement

Borehole F 86-7 intersected the Palaeozoic basement at level -98 m NGF (French datum). This confirms the presence of a N-S-trending high in the Palaeozoic basement, extending at least as far as Marquise (Destombes and Destombes, 1963).

2. Wealden facies

The N-S-trending high of the Palaeozoic basement also corresponds to a decrease in thickness of the Wealden facies: borehole F 86-7 only intersected 1.10 m whereas the borehole in the Fart quarry intersected at least 26 m. This

data is in line with observations made at the beginning of the century by Olry (1904) who recorded 66.50 m of Wealden facies in a borehole near the church at Wissant.

3. Aptian

a. Definition of the Cat-Cornu Horizon (Early Aptian). Amédro and Mania (1976) defined the Cat-Cornu « Formation » in southern Boulonnais for a layer of phosphatic nodules with Early Aptian or « Bedoulian » ammonites. It seems to grade into the glauconitic sandstone intersected by the Wissant borehole in northern Boulonnais described by Olry (1904). The new Wissant road section shows that it is in fact the same bed of nodules as in southern Boulonnais. It is thus more appropriate to name this layer the Cat-Cornu « Horizon » rather than « Formation », considering it is only a few centimetres thick.

b. The age of oyster-bearing (*Ostrea leymeriei*) clay of the Verlincthun Formation is now known due to the discovery, at the base, of the ammonite *Parahoplites nutfieldiensis* that dates the middle part as Late Aptian.

c. The thickness of the Verlincthun Formation seems to be relatively homogeneous throughout the Boulonnais and varies between 8 and 15 m. From a lithology standpoint, the outcrop along the Wissant road is excellent for describing the lower part of the Verlincthun Formation. A sandstone interval above the oyster-bearing clay has also been shown to continue as far as Wissant bay.

4. Albian

The major feature is the absence of the Lottinghen Formation (end Albian = « Vraconian » auct.) in borehole F 86-7. This could be the result of local erosion related to the influence of the Quénoc structure, offshore Cap Blanc-Nez, the activity of which began at the Albian-Cenomanian boundary (cf. Amédro, 1994).

The « Boulonnais Gulf » during the Early Cretaceous

Compared to previously published maps (Caulier, 1974; Amédro 1984, 1985; Amédro and Robaszynski, 1987), the new data make it possible to detail and modify

several palaeogeographic boundaries (Fig. 5).

5A - Early Aptian: Cat-Cornu Horizon = n 5C

This is the first evidence of the marine transgression reflecting the beginning of a 2nd-order positive eustatic event (Jacquin et al., in press). In the Boulonnais, this phase is only recognized at Sangatte and Wissant in the north and at Nesles in the south.

5B - Late Aptian: Verlincthun and Wissant formations = n 5V

After a regression at the beginning of the Late Aptian, the sea extensively invaded the lower Boulonnais under coastal conditions, as indicated by the presence of sands and numerous oyster-bearing layers. A short regressive period marked by white sands was followed, at the end Aptian, by a further transgressive pulse marked by the abundant ammonites in the Wissant Formation.

5C - Early Albian: Gardes Formation or « Greensands » = n 6G

Compared to the previous situation, the sea extended slightly farther southwards (Desvres) and eastwards (Lottinghen).

5D - Middle and Late Albian: Saint-Pô and Lottinghen Formations = n 6P

The sea extended well beyond the Boulonnais Gulf and covered almost all of the N 110°-130°-trending Artois high.

Conclusions

The new Sangatte and Wissant sections provide important data concerning the composition of the Aptian, including conclusive factors for reconstructing the palaeogeographic limits of the extension of Early and Late Aptian seas in the northwest of the Paris Basin.

Introduction

L'auréole de Crétacé inférieur longeant la base de l'escarpement crayeux du Boulonnais recoupe vers le nord la ligne de rivage actuelle de la Manche dans la baie de Wissant. Il s'agit du point d'observation le plus septentrional des

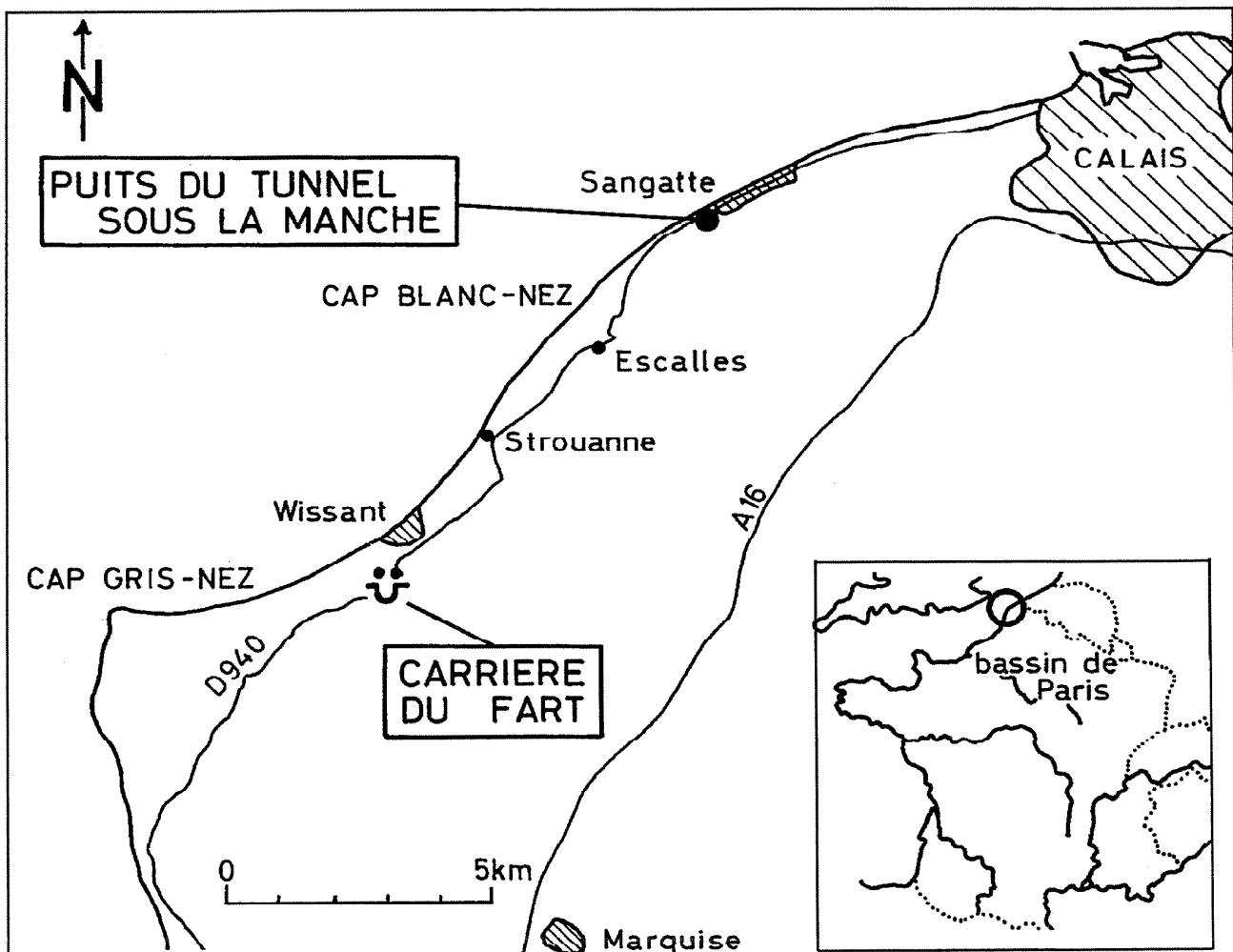


Fig. 1.- Localisation géographique du secteur étudié dans la partie nord du Boulonnais.

Fig. 1.- Location of the studied area in the northern Boulonnais.

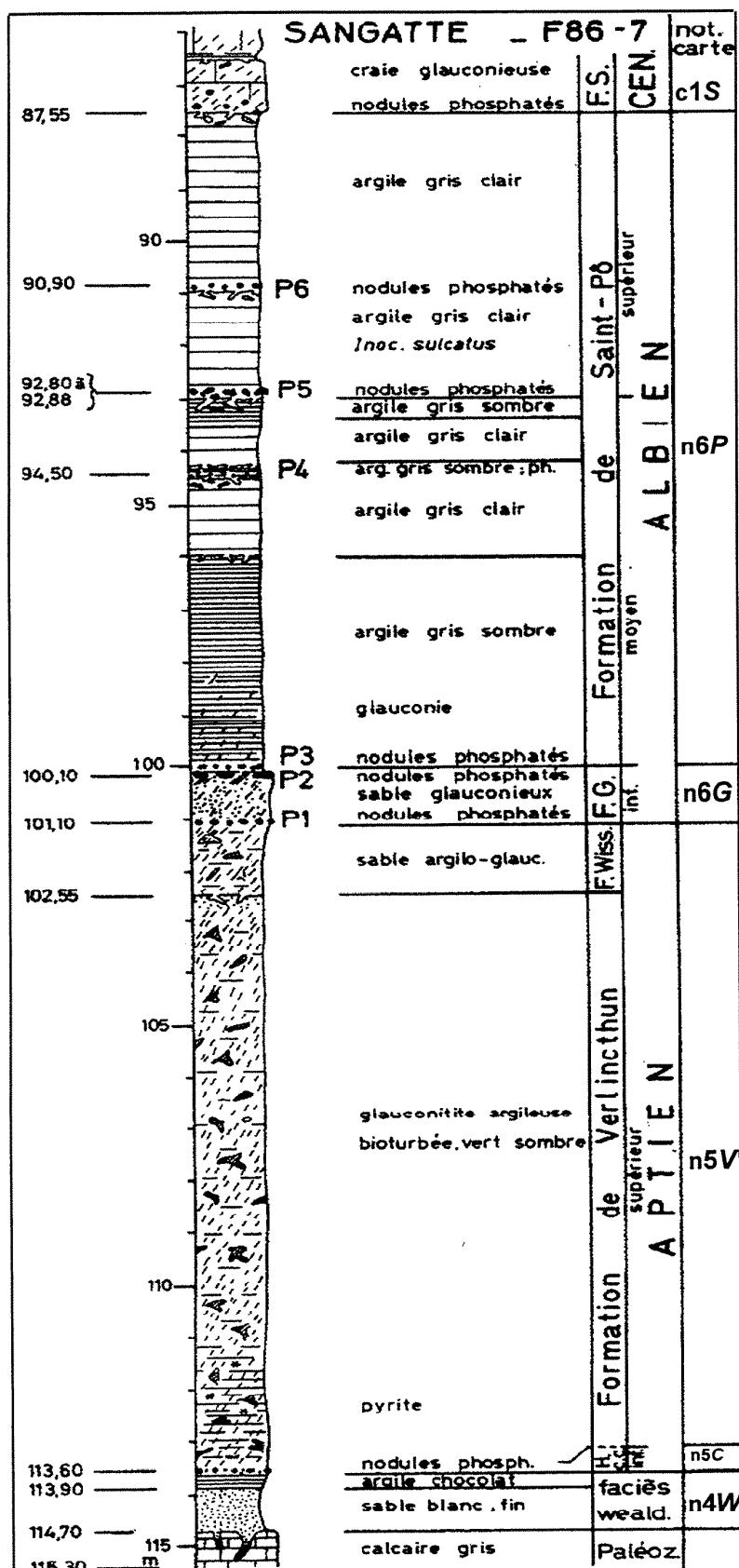
formations du Crétacé inférieur dans le bassin de Paris.

Les Sables verts et le Gault de Wissant ont acquis leur célébrité depuis leur citation par A. d'Orbigny (1842) dans les localités types par lesquelles il définit son étage Albien. La notoriété actuelle de l'Albien de Wissant tient à la richesse et à la diversité des macrofossiles, bien conservés et souvent nacrés, mais aussi à l'étendue des affleurements échelonnés sur plus d'un kilomètre sur l'estran et à la base des falaises crayeuses de part et d'autre du hameau de Strouanne (fig. 1). La lithologie des formations albiennes est aujourd'hui connue de façon précise après les travaux de Destombes et Destombes (1938), Amédro et Destombes (1978), Robaszynski et Amédro (1980, 1986) et Amédro (1993).

La situation est en revanche très différente en ce qui concerne les niveaux inférieurs aux Sables verts albiens, c'est-à-dire l'Aptien et les faciès wealdiens. Au-delà de Strouanne vers Wissant, la falaise laisse place à un important massif dunaire (les dunes d'Amont) tandis que le sable de la plage recouvre le plus souvent les formations crétacées sur l'estran. Durant l'hiver 1971-1972, puis en 1975, plusieurs tempêtes ont dégagé momentanément de vastes affleurements de sables glauconieux riches en ammonites ainsi que de glauconites argileuses contenant plusieurs lits d'huîtres de grande taille (Amédro et Mania, 1976 ; Robaszynski et Amédro (1980, 1986). Les coupes levées à ces occasions ont permis de compléter les observations antérieures de Gaudry (1860), Le Hon

(1864), Barrois (1873), Rigaux (1904), Briquet (1906) et Destombes et Destombes (1938) et d'établir une succession composite sur environ 14 m de hauteur dans l'Aptien supérieur («Gargasien» et «Clansayésien»). Mais la base de la série marine, de même que l'épaisseur totale des formations aptiennes et le contact avec les faciès weadiens restaient inconnus.

Des travaux routiers récents entrepris au sud de Wissant sur la route départementale 940 ainsi qu'un sondage carotté sur le site du puits du tunnel sous la Manche à Sangatte combinent maintenant cette lacune d'observation. Ils donnent, pour la première fois, une image plus précise des modalités de la transgression éocrétaçée sur la bordure nord du Boulonnais.



**L'Aptien-Albien
au sondage F 86-7
sur le site du tunnel sous
la Manche à Sangatte**

Coordonnées Lambert, zone 1
x = 558,357 ; y = 360,349 ; z = + 16,38

Dans la phase préparatoire au creusement du puits d'accès au tunnel sous la Manche à Sangatte, huit sondages carottés ont été forés sur le site en 1986, à travers les craies cénomaniennes. A titre de reconnaissance, l'un d'entre eux a été poursuivi dans le Crétacé inférieur jusqu'à toucher le socle paléozoïque. Il s'agit du sondage F 86-7 situé à 57 m à l'est de l'axe du puits de Sangatte et dont la projection sur le tracé médian du tunnel entre le puits de Sangatte et le portail de Beussingue correspond au PM -40 (PM : point métrique compté à partir de l'axe du puits de Sangatte ; les distances sont notées de façon positive vers la mer, et négative côté terre).

La description lithologique des craies du Turonien et du Cénomanien au sondage F 86-7 a déjà été publiée par Amédro et Robaszynski (1990) et n'est pas reprise ici. La nomenclature des formations est celle définie par Amédro et Mania (1976) et Robaszynski, Amédro coord. et al. (1980).

Du haut vers le bas, la suite lithologique apparaît ainsi (fig. 2) :

- 0 à 16,20 m : formations quaternaires ;
- 16,20 m à 22,65 m : craie noduleuse : Turonien inférieur ;
- 22,65 m à 23,90 m : niveau à *Actinocamax plenus* : Cénomanien supérieur pars ;
- 23,90 m à 85,50 m : craie gris-blanc, d'abord massive, puis finement rythmée : Cénomanien supérieur pars, moyen et inférieur pars.

Cénomanien inférieur pars

Formation de Strouanne ou « Tourtia ». = c1S (suivant la notation de la feuille à 1/50 000 Marquise révisée en 1997).

Fig. 2.- L'Aptien-Albien au sondage F 86-7 du puits du tunnel sous la Manche à Sangatte.

Fig. 2.- The Aptian-Albian succession in borehole F 86-7 near the Channel-tunnel access shaft at Sangatte.

- 85,50 m à 87,55 m : succession de deux cycles de craie glauconieuse gris verdâtre, limités à la base par des niveaux marneux décimétriques, également riches en glauconie. Le cycle inférieur renferme de nombreux nodules centimétriques de phosphate noir ou brunâtre.

Albien moyen et supérieur pars

Formation de Saint-Pô ou « Argiles du Gault » = **n6P**

- 87,55 m à 90,90 m : argile gris clair, taraudée à son sommet par des terriers (*Thalassinoides*) remplis de marne glauconieuse verdâtre provenant de la Formation de Stroanne sus-jacente. Présence de *Plicatula radiola* Lamarck à 90,60 m.

- 90,90 m à 90,92 m : niveau phosphaté P6. Nodules centimétriques, beige ou marron, épars dans l'argile gris clair elle-même riche en traces-fossiles (*Chondrites*).

- 90,92 m à 92,80 m : argile gris clair, renfermant de très nombreuses empreintes écrasées et nacrées d'*Inoceramus sulcatus* Parkinson.

- 92,80 m à 92,88 m : niveau phosphaté P5. Nodules phosphatés noirs, nacrés, usés ou cassés et subanguleux, très abondants, inclus dans une argile gris clair.

- 92,88 m à 94,40 m : argile gris sombre vers le haut, passant progressivement mais rapidement à une argile gris clair vers le bas, taraudée dans les 0,20 m sommitaux par de très nombreuses traces-fossiles (*Thalassinoides et Chondrites*).

- 94,40 m à 94,50 m : argile gris sombre limitée au sommet et à la base par des surfaces perforées.

- 94,48 m à 94,50 m : niveau phosphaté P4. Graviers et petits nodules phosphatés noirs, usés ou cassés, espacés de quelques centimètres les uns des autres, inclus à la base des argiles gris sombre du lit précédent.

- 94,50 m à 96,00 m : argile gris clair, parsemée d'empreintes argileuses écrasées d'*Inoceramus concentricus* Parkinson.

- 96,00 m à 100,05 m : argile très sombre, limitée au sommet par une surface perforée (*Thalassinoides*) et devenant progressivement glauconieuse dans sa moitié inférieure. La glauconie apparaît à 98,10 m mais la teneur augmente sensi-

blement vers 99 m ce qui assombrit encore la teinte générale.

- 100,05 m à 100,10 m : niveau phosphaté P3. Nodules noirs, encaissés au sommet du lit sous-jacent.

Albien inférieur

Formation des Gardes ou « Sables verts » = **n 6G**

- 100,10 m à 100,20 m : niveau phosphaté P2. Lit de nodules de quelques millimètres à plus de 5 cm, gris ou brun, inclus dans un ciment argilo-glaconieux bioturbé et induré, ce qui confère à l'ensemble une morphologie de hardground.

- 100,20 m à 101,07 m : sable glauconieux grossier, verdâtre, meuble.

- 101,07 m à 101,10 m : niveau phosphaté P1. Nodules phosphatés noirs centimétriques.

Aptien

Formation de Wissant (Aptien supérieur : sommet du « Clansayésien ») = **n 5W**

- 101,10 m à 102,55 m : sable argilo-glaconieux gris verdâtre, riche en bioturbations (*Thalassinoides*) remplies de sable presque dépourvu de glauconie et paraissant blanc. La limite avec l'unité inférieure est soulignée par une surface perforée.

Formation de Verlincthun (Aptien supérieur : « Gargasien » et base du « Clansayésien ») = **n 5V**

- 102,55 m à 102,75 m : sable jaune verdâtre, légèrement glauconieux.

- 102,75 m à 111,30 m : glauconite argileuse vert très sombre, intensément bioturbée, devenant un peu plus sableuse vers le haut, avec un fragment d'huître à 104,10 m.

- 111,30 m à 113,58 m : glauconite argileuse vert très sombre, semblable à au-dessus, mais avec une teneur en argile plus élevée et passant vers le bas à une véritable argile glauconieuse bioturbée. Nombreuses cristallisations millimétriques de pyrite. Des graviers millimétriques de quartz sont disséminés dans le mètre inférieur. La limite inférieure de l'unité est soulignée par un gravier phos-

phaté constitué de nodules noirs, arrondis, de 2 à 3 mm de diamètre.

Horizon du Cat-Cornu (Aptien inférieur ou « Récloulien », remanié) = **n 5C**

- 113,58 m à 113,60 m : lit de nodules phosphatés centimétriques, gris, usés et arrondis, recouverts d'un enduit glauconieux verdâtre, remaniés.

Barrémien

Faciès wealdiens = **n 4W**

- 113,60 m à 113,90 m : argile chocolat, limitée à la base par un lit de quelques millimètres de sable graveleux.

- 113,90 m à 114,70 m : sable blanc gris, très fin.

Paléozoïque

- 114,70 m à 115,30 m (fin du sondage) : calcaire gris dont le sommet est karstifié. Les dépressions creusent la surface du karst jusqu'au moins 0,50 m de profondeur et sont remplies en partie par le sable très fin, blanc gris à faciès wealdien, provenant du dessus, et en partie, à la base, par une argile grise également à faciès wealdien.

Le contact entre les faciès wealdiens et l'Aptien dans la carrière du Fart à Wissant

Coordonnées Lambert, zone I
x = 552,068 ; y = 1353,065 ; z = 22 m

La dérivation de la route départementale 940 à la sortie sud de Wissant traverse l'ancienne carrière du Fart et expose 6 m de coupe à la limite entre les faciès wealdiens et l'Aptien. Un sondage à la tarière réalisé à l'occasion de levés cartographiques effectués lors de la révision de la feuille Marquise en 1995, complète vers le bas les observations sur les faciès wealdiens. Du haut vers le bas, la coupe et le sondage révèlent la succession suivante (fig. 3).

Aptien (carrière du Fart)

Formation de Verlincthun (« Gargasien » et base du « Clansayésien ») = **n 5V**

- 4,50 m à 4,00 m : glauconite argileuse, un peu sableuse, vert foncé et très riche en trace-fossiles (*Thalassinoides*).

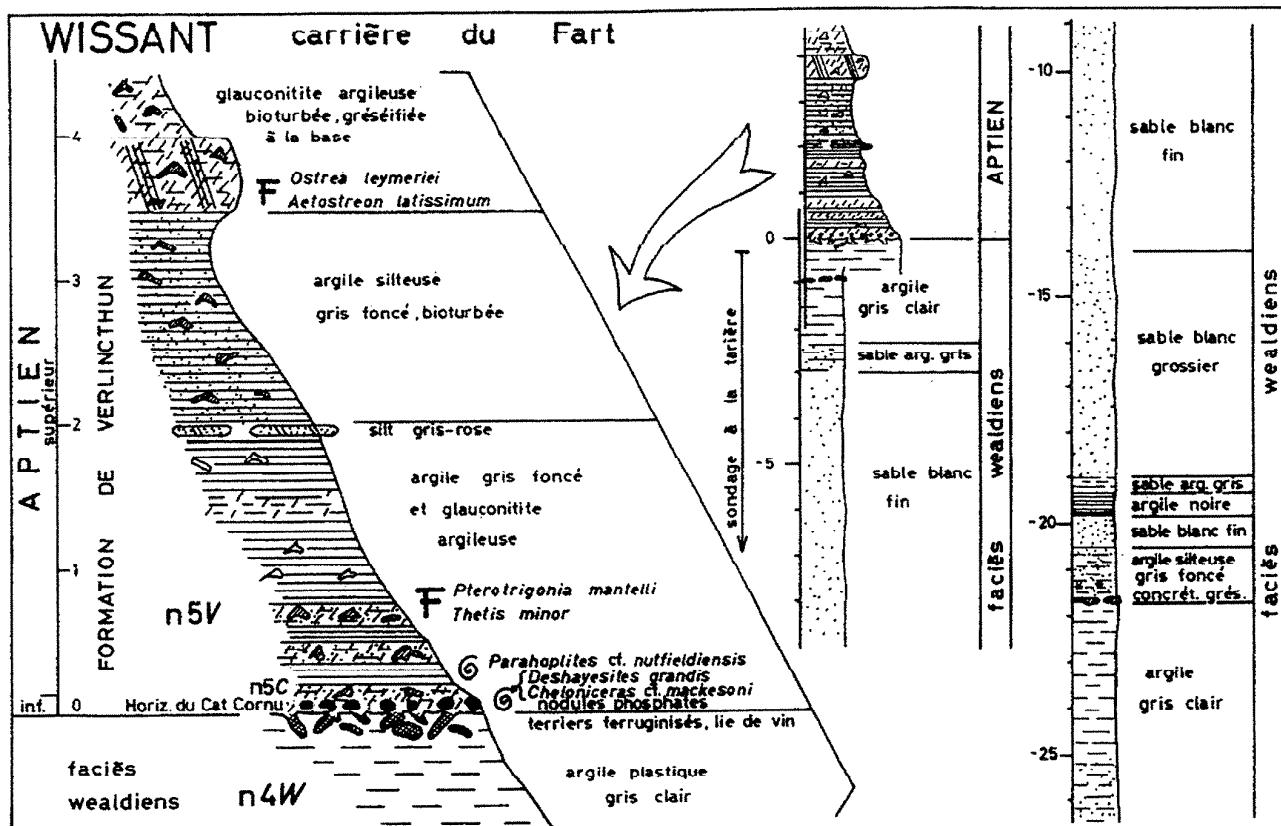


Fig. 3.- Le contact entre les faciès continentaux wealdiens et les formations marines de l'Aptien à la carrière du Fart à Wissant.

Fig. 3.- The contact between the Wealden continental facies and the Aptian marine formations in the Fart quarry at Wissant.

Les bioturbations sont remplies par des amas de glauconie.

- 4,00 m à 3,50 m : glauconite semblable à ci-dessus, mais grésifiée, très cohérente voire indurée et en relief. Nombreuses huîtres de 10 à 15 cm de diamètre à la base : *Ostrea leymeriei* Leymerie, *Aetostreon latissimum* Lamarck, *Rastellum* sp. aff. *rectangulare*, associées à des pholades. Il s'agit de l'équivalent des « argiles glauconieuses à *Ostrea leymeriei* » que l'on voit sur l'estran de Wissant lors de certaines très basses mers de vives eaux (Robaszynski et Amédro, 1986).

- 3,50 m à 1,95 m : argile silteuse gris foncé, avec quelques bioturbations éparses remplies de glauconie infra-millimétrique.

- 1,95 m à 1,90 m : silt gris-rose, avec de fines lamination remplies d'argile gris clair.

- 1,90 m à 0 m : argile gris foncé, avec quelques bioturbations remplies de glauconie, entrecoupée, en particulier vers le

bas, par plusieurs lits décimétriques de glauconite sablo-argileuse franchement verte, également bioturbée. Le 0,50 m inférieur contient de nombreux graviers millimétriques de quartz et, à la base, de phosphate noir. La limite avec les faciès wealdiens est soulignée par une surface perforée. Les terriers, d'un centimètre de diamètre, s'enfoncent sur 30 cm de profondeur dans la partie supérieure de l'argile grise sous-jacente. Verticaux, obliques ou horizontaux, les terriers sont remplis de glauconie sableuse fréquemment altérée en un grès ferrugineux lie-de-vin. Un certain nombre de moules internes de mollusques ont été recueillis dans le mètre inférieur, en particulier des lamelli-branches : *Gervillella* sp., *Panopea* sp ; des brachiopodes : *Sulciryhynchia hythensis* Owen et des ammonites : *Deshayesites* cf. *grandis* Spath, *Cheloniceras* (*Cheloniceras*) cf. *mackessoni* Casey et *Dufrenoya* sp.

l'unité précédente. Les nodules, gris clair à noir, distants de quelques centimètres les uns des autres, montrent une surface glauconitisée, verdie, lorsqu'ils sont inclus dans le sédiment encaissant. A l'air libre, ils prennent une patine blanchâtre par altération superficielle. La macrofaune est très abondante avec de nombreux moules internes de lamelli-branches : *Gervillella* sp., *Panopea* sp ; des brachiopodes : *Sulciryhynchia hythensis* Owen et des ammonites : *Deshayesites* cf. *grandis* Spath, *Cheloniceras* (*Cheloniceras*) cf. *mackessoni* Casey et *Dufrenoya* sp.

Barrémien (sondage à la tarière)

Faciès wealdiens = n 4W

- 0 à - 2,40 m : argile plastique gris clair, onctueuse, homogène, entrecoupée à - 1 m par un lit discontinu gris de grès fin.

- 2,40 m à - 3 m : sable argileux gris-beige.

- 3 m à - 14 m : sable blanc, fin.

Horizon du Cat-Cornu (« Bédoulien ») = n 5C

- 0,03 m à 0 m : lit de nodules phosphatés de 1 à 3 cm remaniés à la base de

- 14 m à - 19 m : sable blanc grisâtre, assez grossier.

- 19 m à - 19,40 m : sable très argileux, gris foncé.

- 19,40 m à - 19,80 m : argile noire.

- 19,80 m à - 20,50 m : sable blanc, très fin, avec un nodule de pyrite de 5 cm, bien cristallisé.

- 20,50 m à 21,55 m : argile silteuse gris foncé avec, à la base, des nodules centimétriques de pyrite.

- 21,55 m à 21,60 m : lit discontinu de concrétions gréuses de 1 à 5 cm, à grains de quartz très fins.

- 21,60 m à 25 m : argile plastique gris clair.

- 25 m à - 26,50 m (fin du sondage) : argile silteuse gris clair.

Les faciès wealdiens

Les données de sondages publiées par Destombes et Destombes (1963) et Caulier (1974) indiquent un relief paléozoïque situé à l'aplomb de Sangatte coïncidant avec la limite orientale d'extension actuelle des faciès wealdiens dans le nord du Boulonnais. L'extrême réduction d'épaisseur des dépôts wealdiens (1,10 m) au sondage F 86-7 s'inscrit dans ce cadre. L'enregistrement sédimentaire est en revanche beaucoup plus important à Wissant où le sondage réalisé dans la carrière du Fart a traversé d'abord des argiles grises sur au moins 6 m puis des sables blancs sur une vingtaine de mètres. Suivant Olry (1904), un sondage près de l'église de Wissant aurait traversé 66,50 m de faciès wealdiens. A noter que l'on retrouve dans le nord du Boulonnais, la superposition d'argiles, puis de sables blancs comme dans le sud du Boulonnais (Rigaux, 1903) ou vers l'est (Robaszynski et Amédro, 1986).

c'est-à-dire sommet de l'Aptien inférieur défini par des ammonites : *Cheloniceras (C.) cornuelianum* (d'Orbigny), *C. (C.) cf. meyendorffii* (d'Orbigny), *Deshayesites cf. grandis* Spath ...; lithologiquement il s'agit d'un lit de nodules phosphatés de 2 cm d'épaisseur dans le sud du Boulonnais, que l'on croyait passer vers le nord à des grès glauconieux épais de 11 m (suivant l'interprétation proposée par Robaszynski et Amédro, 1986, d'un sondage décrit par Olry, 1904, à Wissant). Cette interprétation était confortée, semblait-il, par la récolte sur la plage devant les dunes d'Amont, entre Wissant et Strouanne, d'un moule interne de *Cheloniceras (C.) crassum* Spath préservé dans un grès-calcaire glauconieux gris-vert.

Les coupes actuelles de la carrière du Fart et du sondage F 86-7 montrent que l'interprétation antérieure du sondage de Wissant n'était pas correcte. S'il n'est pas impossible que les Hythe beds du Kent s'étendent à travers une grande partie de la Manche, ces Hythe beds ne sont pas représentés sur le littoral français en tant qu'unité cartographiable. Dans le nord comme dans le sud du Boulonnais, il n'en subsiste qu'un mince lit de nodules phosphatés : le niveau phosphaté du Cat-Cornu pour lequel il convient d'abandonner le terme de « Formation » au profit de celui d'Horizon. Le niveau de grès de 11 m d'Olry pourrait plutôt appartenir aux faciès wealdiens (ou être des grès glauconieux jurassiques partiellement décalcifiés et déglauconitisés).

Définition de l'Horizon du Cat-Cornu (Aptien inférieur) = n 5C

La comparaison des coupes actuelles avec les affleurements de la baie de Wissant est présentée à la figure 4. En 1976, Amédro et Mania ont défini trois formations séparées par des discontinuités sédimentaires dans l'Aptien du Boulonnais, soit du haut vers le bas :

- Formation de Wissant (0 à 1 m), équivalente à la partie basale des Folkestone beds du Kent : sables argilo-glaconieux gris, riches en ammonites de l'Aptien supérieur : *Hypacanthoplites jacobi* (Collet), *H. elegans* (Fritel), *H. rubricosus* Casey... ;

- Formation de Verlincethun (0 à 14 m), correspondant aux Sandgate beds du Kent : à la base, glauconite argileuse ou argile glauconieuse contenant plusieurs lits d'*Ostrea leymeriei* dans la région de Wissant, sable glauconieux franchement vert dans le reste du Boulonnais, passant dans toute la région vers le haut à des sables blancs à stratifications entrecroisées ;

- « Formation » du Cat-Cornu, d'âge comparable aux Hythe beds du Kent,

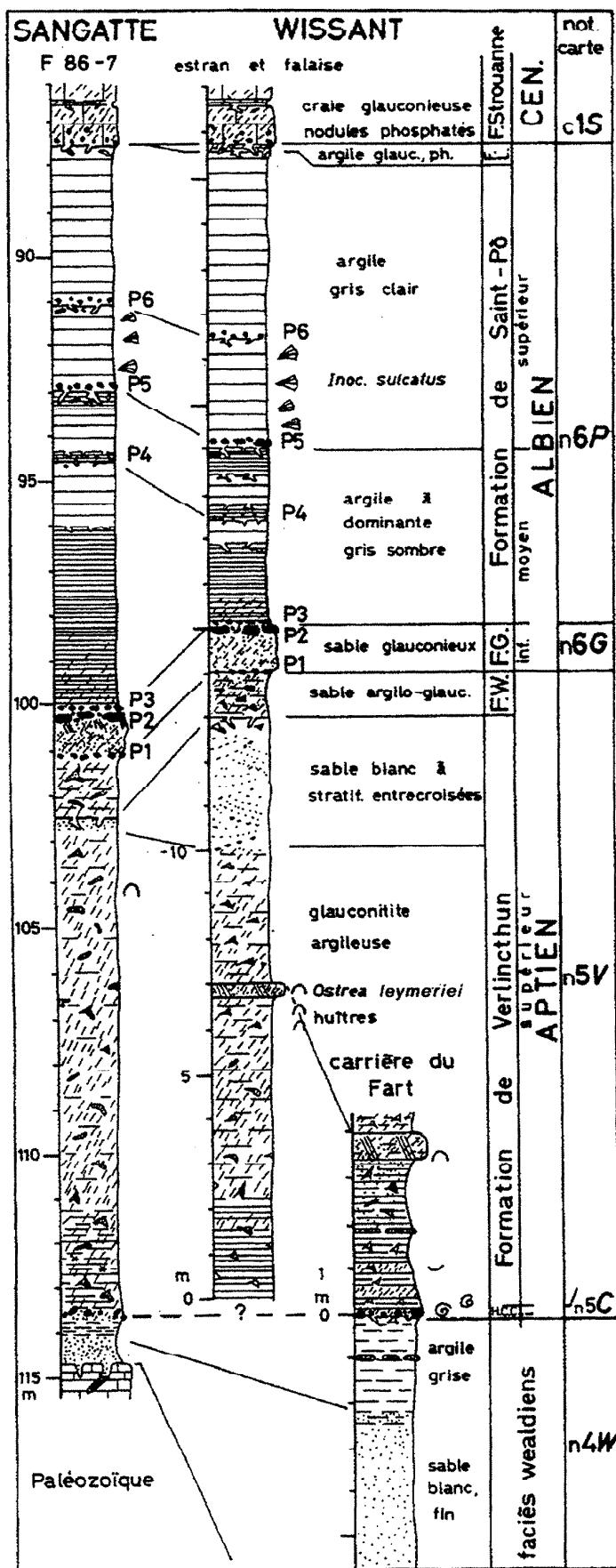
L'Horizon du Cat-Cornu ainsi défini se trouve, lorsqu'il existe, sous la Formation de Verlincethun. L'inventaire des ammonites recueillies dans l'Horizon du Cat-Cornu à travers l'ensemble de la frange côtière actuelle du Boulonnais (au nord à Wissant, au sud dans les environs de Nesles) est le suivant : *Cheloniceras (C.) cornuelianum* (d'Orbigny), *C. (C.) crassum* Spath, *C. (C.) cf. mackesoni* Casey, *C. (C.) cf. meyendorffii* (d'Orbigny), *Deshayesites cf. grandis* Spath, *Dufrenoya cf. furcata* (Sowerby), *Lithancylus grandis* (Sowerby), *L. fustis* Casey, *Epancylus* sp., *Tropaeum* cf. *hillisi* (Sowerby) et *Tropaeum* sp. (déterminations R. Casey). Cette association indique une condensation de la Zone à *Deshayesites deshayesi* (Sous-Zone à *D. grandis*) et de la Zone à *Tropaeum bowerbanki* de Casey (1961).

Les enseignements des nouvelles coupes de Sangatte et de Wissant

Le soubassement paléozoïque

Deux cartes présentant des interprétations différentes de la surface d'érosion du Paléozoïque entre le cap Gris-Nez et Calais ont été publiées il y a une trentaine d'années par Destombes et Destombes (1963) et les sociétés pétrolières CFP, COPESEP, RAP et SNPA (1965). Le sondage F 86-7 du puits du tunnel sous la Manche à Sangatte donne l'altitude du soubassement à - 98 m NGF. Il confirme l'existence entre Escalles et Calais (socle situé respectivement à - 203 m et - 230 m) d'une zone haute que l'on retrouve en commun sur les deux cartes, mais dont le relief semble mieux apprécié dans l'interprétation des frères Destombes (socle tracé à Sangatte vers - 110 m) que dans celle des compagnies pétrolières (-150 m). Cette zone haute, orientée nord-sud, prend naissance dans sa partie méridionale au niveau des massifs paléozoïques affleurant dans la région de Marquise, dont elle constitue une sorte de promontoire.

L'Aptien



correspondant au sommet de l'Aptien inférieur (« Bédoulien »).

L'âge des « argiles à huîtres » de la Formation Verlincthun

Un autre enseignement important concerne l'âge des argiles glauconieuses à *Ostrea leymeriei* de la baie de Wissant qui n'avaient jamais pu être datées, sauf de manière indirecte par comparaison avec le Kent (Robaszynski et Amédro, 1986). La récolte de *Parahoplites cf. nutfieldiensis* (Sowerby) à 0,10 m au-dessus de la base de la Formation de Verlincthun à la carrière du Fart (à Folkestone, l'espèce est connue à 0,30 m au-dessus de la base des Sandgate beds suivant Casey, 1965) permet d'attribuer au moins localement la base des argiles à huîtres de la Formation de Verlincthun à la Zone à *Parahoplites nutfieldiensis* (partie moyenne de l'Aptien supérieur). Il y aurait lacune dans le Boulonnais de la zone d'ammonite à *Cheloniceras martinoides* (base de l'Aptien supérieur).

Epaisseur et lithologie de la Formation de Verlincthun

Les nouvelles coupes apportent plusieurs informations.

- Epaisseur : le sondage F 86-7 a recoupé à Sangatte la Formation de Verlincthun entre les niveaux 102,55 m et 113,60 m, soit sur 11,05 m d'épaisseur. Dans la baie de Wissant, une estimation raisonnable paraît être une quinzaine de mètres. Ces résultats sont à comparer à ceux obtenus antérieurement par Bonte (1977) dans la tranchée du Vert-Mont à Réty située dans l'est du Boulonnais : 8,50 m, et par Robaszynski et Amédro (1986) le long de la cuesta dans le sud du Boulonnais : 8 à 10 m. A noter que le promontoire paléozoïque limitant l'extension des faciès wealdiens vers l'est à l'aplomb de Sangatte ne joue plus le rôle de barrière à l'Aptien. Sans doute, faut-il voir là le résultat d'un remplissage par les faciès wealdiens des dépressions affectant la surface du socle paléozoïque.

Fig. 4.- Corrélation entre l'Aptien-Albien du sondage F 86-7 de Sangatte, de la baie de Wissant, et de la carrière du Fart.

Fig. 4.- Aptian-Albian correlation between borehole F 86-7 (Sangatte), Wissant bay and the Fart quarry (Wissant).

- Lithologie : pour la première fois, la totalité de la succession lithologique de la Formation de Verlincthun peut être appréhendée dans la région de Wissant. L'essentiel de la Formation est constitué par une glauconite bioturbée, mais un gradient existe entre la base, franchement argileuse, et le sommet, nettement plus sableux. La partie moyenne de la glauconite admet une barre gréseuse demi-métrique visible lors des basses mers de vives eaux sur l'estran entre Wissant et Strouanne, qui surmonte plusieurs lits d'huîtres de grande taille (parfois 20 cm) : *Ostrea leymeriei* Leymerie, *Aetostreon latissimum* (Lamarck), *Rastellum* sp. aff. *R. rectangulare*. Ce niveau gréseux est également accessible dans la carrière du Fart.

Dans les dunes d'Amont et sur l'estran de la baie de Wissant, le sommet de la Formation de Verlincthun montre 2 à 3 m de sables blancs grossiers à stratifications entrecroisées qui semblent constants à la fois dans le Boulonnais (Amédro et Mania, 1976 ; Robaszynski et Amédro, 1986) et dans le Kent (Casey, 1961). Cette unité marque un épisode régressif accentué dans l'est du Boulonnais jusqu'à un retour à des faciès lagunaires de type wealdien (Bonte, 1977 ; Robaszynski ; Amédro coord. et al., 1980). La quasi-absence de ces sables blancs au sondage de Sangatte constitue une exception locale.

Au-dessus de la Formation de Verlincthun, la Formation de Wissant, transgressive et riche en ammonites (*Hypacanthoplites*), se présente de façon identique au sondage de Sangatte (101,10 m à 102,55 m) et sur l'estran de la baie de Wissant. La lithologie est identique à celle décrite par Robaszynski et Amédro (1986).

L'Albien

La comparaison des successions lithologiques du sondage de Sangatte et de la baie de Wissant illustrée dans la figure 4, fait apparaître un grand nombre de points communs avec, en particulier, la continuité de la Formation des Gardes (Sables verts), de la Formation de Saint-Pô (Argiles du Gault), et, au sein de cette dernière, de tous les repères lithologiques : niveaux phosphatés et surfaces d'omission avec changement de teinte de l'argile. Les données publiées dans le sud-est de l'Angleterre (Owen, 1971,

1976) et dans le sud du Boulonnais (Amédro et Magniez-Jannin, 1982 ; Amédro et al., 1990) révèlent que leur distribution s'étend largement de part et d'autre de la Manche.

Les différences sont en revanche minimales. Elles concernent tout d'abord l'absence de cimentation des Sables verts au sondage de Sangatte. La consolidation des sables glauconieux albiens en grès est un phénomène purement local déjà signalé par Briquet (1906) et Destombes et Destombes (1963). Il pourrait être en relation avec des circulations carbonatées d'origine crayeuse le long d'accidents tectoniques. Le deuxième et dernier point est l'absence de la Formation de Lottinghen au puits du tunnel sous la Manche. Dans tout le Boulonnais, comme dans le Kent, existe au sommet des argiles à faciès Gault, un cycle de plusieurs mètres d'épaisseur limité à la base par une surface perforée riche en nodules phosphatés et constitué par une argile glauconieuse passant progressivement vers le haut à une marne gris pâle dépourvue de glauconie. Cette unité lithologique, équivalente aux beds XII et XIII du Gault de Folkestone, est nommée Formation de Lottinghen dans le Boulonnais (Robaszynski, Amédro coord. et al., 1980). Sur l'estran du Petit Blanc-Nez, entre Strouanne et le Cran d'Escalles, la Formation de Lottinghen est réduite à un mince niveau remanié de 0,15 m d'épaisseur. A Sangatte, elle n'existe pas. Cette absence est le résultat d'une érosion locale liée à l'influence de la structure tectonique des Quénocs située au large des falaises du cap Blanc-Nez, et dont l'activité débute aux confins de la limite Albien-Cénomanien (Destombes et Destombes, 1963 ; Amédro, 1994).

Le « golfe boulonnais » au Crétacé inférieur

Si l'érosion du horst Weald-Boulonnais a entraîné la quasi-disparition du Crétacé inférieur dans la dépression du bas Boulonnais, de nombreux sondages permettent d'en apprécier l'extension sous le recouvrement crayeux (Olry, 1904 ; Caulier, 1974). Même si une phase d'érosion anté-cénomanienne a pu réduire localement l'épaisseur des sédiments (Amédro, 1984), le contour actuel des dépôts révèle l'existence d'une aire sub-

sidente largement ouverte vers l'ouest. Ce « golfe Boulonnais », déjà individualisé au Jurassique (Leroux et Pruvost, 1935), apparaît comme le trait paléogéographique principal de la région durant tout l'Aptien-Albien.

L'évolution paléogéographique du « golfe Boulonnais » au Crétacé inférieur illustre à l'échelle régionale un événement eustatique positif global dont l'amplitude maximale sera atteinte au Turonien inférieur lors de la transgression crétacée. La figure 5 montre l'extension actuelle des formations apto-albiennes et de leurs faciès.

Par rapport aux cartes publiées antérieurement (Caulier, 1974 ; Amédro, 1984, 1985 ; Amédro et Robaszynski, 1987), les données nouvelles concernent surtout l'Aptien avec, à l'Aptien inférieur (5A), la découverte de l'Horizon phosphaté du Cat-Cornu sur la marge nord du Boulonnais (région de Wissant-Sangatte) et, à l'Aptien supérieur (5B), l'absence de la Formation de Verlincthun vers le sud (secteur de Dannes). A l'Albien, la validité des courbes isopaques de Caulier (1974) est confirmée, et en particulier l'existence au nord de la zone haute de l'Artois, d'un sillon orienté N110°-130° contrairement à l'opinion exprimée par Amédro (1984) sur la foi d'une interprétation incomplète d'un sondage à Verchin, à 4 km au sud-est de Fruges (sondage réinterprété par Amédro et Robaszynski, 1987).

5A - Aptien inférieur ; Horizon du Cat-Cornu = n 5C

Interrompant la longue période de dépôt des faciès continentaux wealdiens, la mer atteint pour la première fois la partie occidentale du Boulonnais à la fin de l'Aptien inférieur, durant la Zone à *Deshayesites deshayesi*. La genèse de l'Horizon phosphaté du Cat-Cornu est, en fait, la manifestation régionale d'un événement à caractère global mis en évidence à la fois dans les domaines boréal et téthysien et qui correspond à un pic de transgression dans un cycle eustatique de second ordre (Jacquin et al., sous presse). Cette première phase de sédimentation est limitée à la frange côtière actuelle : Sangatte et Wissant vers le nord, environs de Nesles vers le sud.

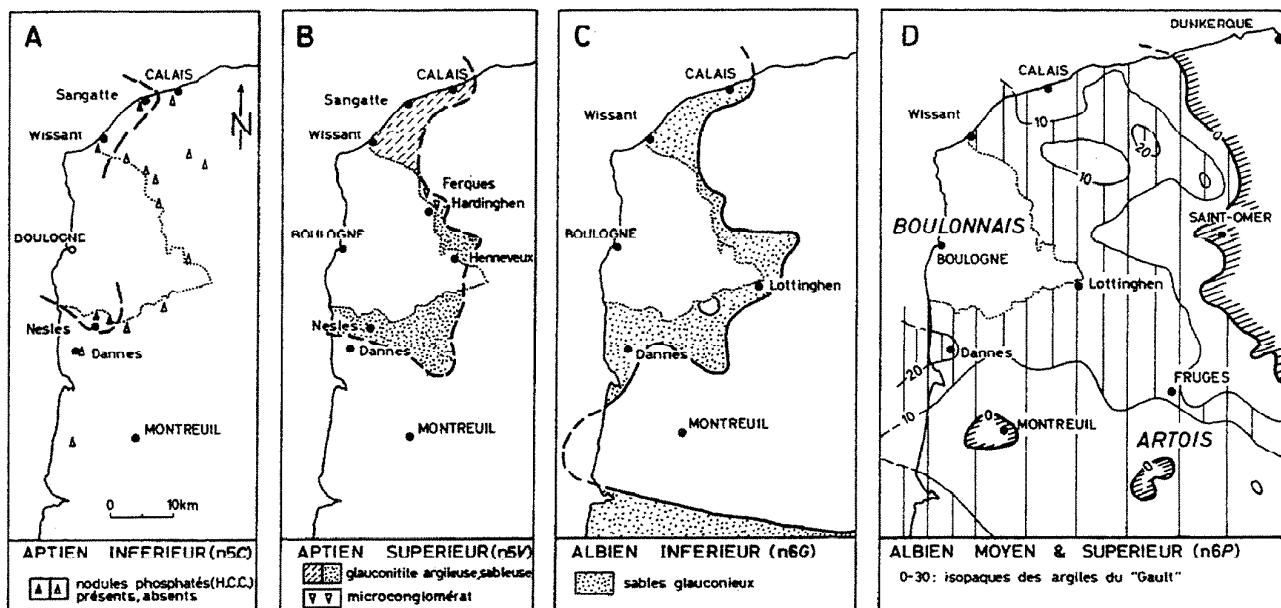


Fig. 5.- Limites d'extension actuelle des faciès du Crétacé inférieur dans le Boulonnais.
 5A.- Aptien inférieur ; Horizon du Cat-Cornu (modifié d'après Amédro, 1985) en tenant compte de la découverte du lit de nodules phosphatés dans la région de Wissant et de Sangatte.
 5B.- Aptien supérieur ; Formation de Verlincthun (modifié d'après Amédro, 1985).
 5C.- Albien inférieur ; Formation des Gardes = faciès des «Sables verts» (d'après Caulier, 1974).
 5D.- Albien moyen et supérieur ; Formation de Saint-Pô et Formation de Lottinghen = faciès des argiles du Gault (d'après Caulier, 1974).

Fig. 5.- Present distribution of Aptian-Albian facies in the Boulonnais.
 5A.- Early Aptian; Cat-Cornu Horizon (modified from Amédro, 1985), including the new data from the Wissant-Sangatte area..
 5B.- Late Aptian; Verlincthun Formation (modified from Amédro, 1985).
 5C.- Early Albian; Gardes Formation - Greensand facies (after Caulier, 1974).
 5D.- Middle and Late Albian; Saint-Pô and Lottinghen Formations = Gault facies (after Caulier, 1974).

5B - Aptien supérieur; Formation de Verlincthun (n 5V) et Formation de Wissant (n 5W)

Après une lacune de sédimentation correspondant à la base de l'Aptien supérieur, la mer revient durant la Zone à *Parahoplites nutfieldiensis*. Les lignes de rivages débordent vers l'est l'aire de répartition de l'Horizon du Cat-Cornu, marquant une progression de la mer sur le bas Boulonnais. Toutefois la rareté des céphalopodes dans la Formation de Verlincthun et la richesse en ostréidés suggèrent que la région reste en milieu littoral à infralittoral. Trois faciès géographiquement distincts caractérisent la partie inférieure de la Formation de Verlincthun, soit du nord vers le sud :

- de Calais à Wissant et aux abords nord de Ferques : une glauconite argileuse, voire localement une argile glauconieuse riche en huîtres ;

- dans le secteur de Ferques et Hardingen : un microconglomérat

lumachellique à oolithes ferrugineuses, témoin d'un haut-fond dans la mesure où le niveau condensé et durci repose directement sur les calcaires paléozoïques ;

- au sud : des sables glauconieux, plus ou moins argileux, verts. A noter que dans la moitié sud du Boulonnais, l'attribution des faciès sablo-glaucous à l'Aptien supérieur ou à l'Albien inférieur est parfois difficile à établir, en particulier dans l'interprétation des anciens sondages. La distribution géographique des sables glauconieux de la Formation de Verlincthun est cependant plus réduite que celle des « Sables verts » albiens. Vers l'est, la Formation de Verlincthun se termine en biseau près d'Henneveux (carrière des Burets ; Amédro et Mania, 1976) et, au sud, elle n'est pas représentée au sondage de Dannes-1980 (Amédro *et al.*, 1990).

Une tendance régressive se manifeste plus tard au cours de l'Aptien supérieur, avec la sédimentation au sommet

de la Formation de Verlincthun de sables blancs et même d'argiles noires à faciès continental (tranchée du Vert-Mont à Réty; Bonte, 1977 ; Robaszynski, Amédro *coord. et al.*, 1980). Mais la mer revient à l'Aptien terminal, durant la Zone à *Hypacanthoplites jacobi*, favorisant l'arrivée de nombreuses ammonites dans la Formation de Wissant. Ces deux événements, d'ordre eustatique ont laissé des témoins tant dans le domaine boréal que dans le domaine téthysien (cycles de second ordre ; Jacquin *et al.*, sous presse).

5C - Albien inférieur ; Formation des Gardes (« Sables verts ») = n 6G

L'esquisse paléogéographique du Boulonnais reste très comparable à celle de l'Aptien supérieur. La mer envoie cependant une plus grande partie du Boulonnais tandis que la sédimentation s'uniformise avec le dépôt des Sables verts. Mais des lacunes d'origine eustatique (cycles de second et de troisième ordres ; Amédro, 1992) affectent encore

la base et le sommet de l'Albien inférieur.

5D - Albien moyen et supérieur ; Formation de Saint-Pô (n° 6P) et Formation de Lottinghen (n° 6L)

La transgression recouvre tout l'Artois ce qui entraîne la disparition du « golfe Boulonnais ». Celui-ci, apparu au Lias (Leroux et Pruvost, 1935), constituait un des traits paléogéographiques majeurs au nord du Bassin de Paris à partir du Jurassique moyen jusqu'au Crétacé inférieur (faciès wealdiens et Aptien-Albien inférieur). L'examen de la carte des courbes isopaques révèle néanmoins que le Boulonnais reste une aire où l'enregistrement sédimentaire est relativement important tandis que l'Artois forme un « seuil » aligné sensiblement sur une direction N 110°-130°.

La comparaison des quatre cartes fournit en définitive une bonne illustration du début de la grande transgression crétacée sur la bordure nord du bassin de Paris, transgression qui a envahi progressivement la région de façon discontinue en raison d'une modulation de la tendance générale de la hausse de 2^{ème} ordre du niveau marin par des cycles eustatiques de 3^{ème} ordre.

Conclusions

Les faciès « Sables verts » albiens et aptiens ainsi que leur contact avec les

faciès wealdiens sous-jacents étaient très mal connus par manque d'affleurements. Deux coupes récentes apportent des informations nouvelles quant à l'extension géographique des sables verts aptiens.

La première coupe vient de l'examen des 115,30 m du carottage F 86-7 dans le site du puits du tunnel sous la Manche à Sangatte. Sous 71,35 m de craies cénonano-turonniennes, on note 13,55 m d'Albien (dont 1 m de « Sables verts » ou Formation des Gardes), 12,50 m d'Aptien (F. de Wissant et, dessous, F. de Verlincethun) et des faciès wealdiens réduits à 1,10 m.

La deuxième coupe a été observée lors de travaux routiers du contournement de l'ancienne carrière du Fart à Wissant. Elle montre pour la première fois le contact entre les argiles grises à faciès wealdien et les sables verts glauconieux à *Ostrea leymeriei* de la Formation de Verlincethun, d'âge Aptien supérieur par la présence de *Parahoplites cf. nutfieldiensis*. Sous la Formation de Verlincethun, l'ancienne « Formation » du Cat-Cornu, de quelques centimètres d'épaisseur, est redéfinie en un *Horizon du Cat-Cornu* marqué par la présence des ammonites *Deshayesites cf. grandis* et *Cheloniceras cf. mackesoni*, dans des nodules phosphatés. Deux zones d'ammonites du sommet de l'Aptien inférieur y sont condensées : la Zone à *Deshayesites deshayesi* (s-z à *D. grandis*) et la Zone à *Tropaeum bowerbanki*.

Les informations issues de ces deux coupes apportent des éléments nouveaux qui s'ajoutent aux données locales recueillies depuis plus d'un siècle, ce qui permet de proposer une évolution des littoraux présumés du Boulonnais en quatre cartes paléogéographiques et faciales, deux pour l'Aptien et deux pour l'Albien. L'extension de l'Aptien inférieur est limitée à une frange occidentale alignée sur Sangatte, Wissant et Nesles tandis qu'à l'Aptien supérieur la mer envahit le golfe du Boulonnais jusqu'à Ferques et Henneveau plus à l'est. Après une stabilisation relative du rivage à l'Albien inférieur, la transgression marine s'étend largement vers le sud en recouvrant le seuil de l'Artois ainsi que vers l'est jusqu'à atteindre les environs de Saint-Omer.

Remerciements

Nous remercions vivement Monsieur Leblond (directeur de l'ingénierie construction France-TML) et Monsieur Lévy (Directeur Ouvrages France-Eurotunnel) pour avoir donné l'autorisation à l'un d'entre nous (F. A.) de publier les résultats relatifs au sondage F 86-7 du puits du tunnel sous la Manche à Sangatte. Nous remercions également le Dr Annie Dhondt, de l'Institut royal des Sciences naturelles de Bruxelles, pour la détermination des huîtres livrées par les « argiles à huîtres » de la Formation de Verlincethun.

Références

- Amédro F. (1981) - L'Albien de la bordure septentrionale du bassin de Paris - Mise en évidence d'un contrôle tectonique de la sédimentation. *Bull. BRGM*, Fr., Section IV, n° 3, 179-192.
- Amédro F. (1985) - Le Crétacé inférieur du Boulonnais in Colbeaux J.P. édit. et al. Géologie du Boulonnais. *Espace nat. rég. Région Nord - Pas-de-Calais*, 176 p.
- Amédro F. (1992) - L'Albien du bassin anglo-parisien : ammonites, zonation phylétique, séquences. *Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine*, 16, 1, 187-233.
- Amédro F. (1993) - La lithostratigraphie et les biofaciès : des outils de corrélation dans les craies cénonaniennes du détroit du Pas de Calais. *Ann. Soc. géol. Nord*, 2, (2), 73-80.
- Amédro F. (1994) - Corrélations dans les craies cénonaniennes traversées par le Tunnel sous la Manche (côté France). *Bull. Soc. géol. Normandie et Amis Muséum du Havre*, 81, 11-44.
- Amédro F., Destombes P. (1978) - Répartition des ammonites dans l'Albien moyen et supérieur, argileux, de Wissant (Boulonnais). *Bull. Inf. Géol. Bass. Paris*, 15, 4, 9-15.
- Amédro F., Magniez-Jannin F. (1982) - Corrélations lithologiques et biostratigraphiques dans l'Albien du Boulonnais. *Ann. Soc. géol. Nord*, 101, 133-143.
- Amédro F., Magniez-Jannin F., Robaszynski F. (1990) - L'Albien au sondage de Dannes - 1980 (Pas-de-Calais, France). *Ann. Soc. géol. Nord*, 108, 195-203.
- Amédro F., Mania J. (1976) - L'Aptien du Boulonnais. *Ann. Soc. géol. Nord*, 96, 207-216.

- Amédro F., Robaszynski F. (1987) - Influences eustatiques et contrôle tectonique de la sédimentation dans la partie moyenne du Crétacé du Nord de la France. *Mém. Univ. Dijon*, **11**, 57-66.
- Amédro F., Robaszynski F. (1990) - Caractères et stratigraphie des craies cénomaniennes traversées par le Tunnel sous la Manche. In Duffaut P. et Margron P. édit. *Le Tunnel sous la Manche - Géologie et Géotechnique*. Presses Ecole nat. Ponts & Chaussées, Paris, 57-63.
- Barrois Ch. (1873) - Comparaison des assises crétacées mises au jour dans les tranchées du chemin de fer de Saint-Omer à Boulogne avec celles du Blanc-Nez. *Mém. Soc. Sci. Agric. Arts Lille*, **3**, 11, 63-75.
- Bonte A. (1977) - La tranchée du Vert-Mont à Réty (Pas-de-Calais). Essai critique sur le Crétacé inférieur du Boulonnais. *Ann. Soc. géol. Nord*, **97**, 131-142.
- Briquet A. (1906) - Observations sur la composition du Crétacé inférieur dans le Boulonnais. *Ann. Soc. géol. Nord*, **35**, 202-210.
- Casey R. (1961) - The stratigraphical Palaeontology of the Lower Greensand. *Palaeontology*, **3**, 4, 487-621.
- Casey R. (1965) - The Ammonoidea of the Lower Greensand. Part VI. *Monogr. Palaeontogr. Soc. London*, 399-546.
- Caulier P. (1974) - Etudes des faciès de la Craie et de leurs caractéristiques hydrauliques dans la région du Nord. Thèse 3ème cycle, ronéotypée, Université de Lille, 156 p.
- C.F.P. (M), COPESEP, R.A.P., S.N.P.A. (1965) - Contribution à la connaissance des bassins paléozoïques du Nord de la France. *Ann. Soc. géol. Nord*, **85**, 273-281.
- Destombes J.P., Destombes P. (1938) - Note sur le Gault de Wissant. *Ann. Soc. géol. Nord*, **62**, 98-121.
- Destombes J.P., Destombes P. (1963) - L'Anticinal des Quénocs, au Cap Blanc-Nez (Pas-de-Calais). *Ann. Soc. géol. Nord*, **83**, 47-56.
- Gaudry A. (1860) - Découverte de l'*Ostrea leymieri* à Wissant (Pas-de-Calais). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, **2**, 17, 30-33.
- Jacquin T., Amedro F., Gracianski P.C. de, Hardenbol J., Magniez-Jannin F., Rusciadelli G. (sous presse) - The North-Atlantic cycle : an overview of second order Transgressive-regressive facies cycles in Western Europe. In: *Cenozoic and Mesozoic Sequence Stratigraphy of European Basins*. Soc. Econ. Palaeont. Min., Spec. publ.
- Le Hon H. (1864) - Note sur les couches néocomiennes et albiennes de Wissant. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, **2**, 21, 14-16.
- Leroux E., Pruvost P. (1935) - Résultats géologiques d'un sondage profond à Amiens. *Ann. Soc. géol. Nord*, **60**, 70-99.
- Oiry A. (1904) - Travaux d'exploitation et de recherche exécutés dans le bassin houiller du Boulonnais et dans la région comprise entre le bassin du Pas-de-Calais et la mer. *Bull. Serv. Carte. Géol. Fr.*, **100**, 15, 335-465.
- Orbigny A. d' (1842) - Paléontologie française. Terrains Crétacés t. 2. Gastéropodes. Masson édit., Paris, 404 p.
- Owen H.G. (1971) - Middle Albian Stratigraphy in the anglo-Paris Basin. *Bull. Brit. Mus. Nat. Hist. (Geol.)*, **8**, 164 p.
- Owen H.G. (1976) - The stratigraphy of the Gault and Upper Greensand of the Weald. *Proc. Geol. Ass.*, **86**, 575-498.
- Rigaux E. (1903) - Note sur l'Infracrétacé dans le Boulonnais. *Bull. Soc. Acad. Boulogne-sur-Mer*, **6**, 451-460.
- Robaszynski F., Amédro F. (coord.), Foucher J.C., Gaspard D., Magniez-Jannin F., Manivit H., Sornay J. (1980) - Synthèse biostratigraphique de l'Aptien au Santonien du Boulonnais à partir de sept groupes paléontologiques : foraminifères, nannoplancton, dinoflagellés et macrofaunes. *Rev. micropal.*, Paris, **22**, 4, 195-321.
- Robaszynski F., Amédro F. (1986) - The Cretaceous of the Boulonnais (France) and a comparison with Cretaceous of Kent (United Kingdom). *Proc. Geol. Ass.*, **97**, 2, 171-208.

Erratum concernant Géologie de la France, n° 3, 1997

- Le tableau ci-dessous devait être intégré à la figure 5, page 8, de l'article « Datation Sm-Nd du métamorphisme éclogitique en Corse alpine : un argument pour l'existence au Crétacé supérieur d'une zone de subduction active localisée sous le bloc corso-sarde » par Lahondère D. et Guerrot C.

VP427	Sm	Nd	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} \pm 2\sigma_{\text{Sm}}$
Roche Totale	1.568	5.947	0.1594	0.512269 ± 0.000007
Glaucophane	0.082	0.340	0.1458	0.512262 ± 0.000011
Grenat	0.663	0.616	0.6507	0.512538 ± 0.000015
Jadéite	0.039	0.120	0.1965	0.512283 ± 0.000011

- Dans l'article « La longue séquence pliocène de Marchésieux (Manche) », le paragraphe Cirripèdes de R.P.Carriol (page 65), il fallait lire : La faune de Marchésieux s'en distingue néanmoins par la présence de *Megabalanus dollfusi* et de *Tesseropora sulcata* (deux espèces éteintes). Les Cirripèdes de Marchésieux sont en majorité des habitants habituels de la zone infralittorale et fréquemment de la zone médiolittorale (Carriol, 1966).