

Contribution a L'etude Geologique et Sedimentologique de la Manche Orientale [and Discussion]

F. Lapierre and G. Boillot

Phil. Trans. R. Soc. Lond. A 1975 **279**, 177-187

doi: 10.1098/rsta.1975.0050

Email alerting service

Receive free email alerts when new articles cite this article - sign up in the box at the top right-hand corner of the article or click [here](#)

To subscribe to *Phil. Trans. R. Soc. Lond. A* go to: <http://rsta.royalsocietypublishing.org/subscriptions>

Contribution à l'étude géologique et sédimentologique de la Manche orientale

PAR F. LAPIERRE

B.E.I.C.I.P., 366 Avenue Napoléon Bonaparte, 92500 Rueil, Malmaison, France

More than 1500 km of high definition continuous seismic profiling have been recorded by the company BEICIP-Geotechnip, for the CNEXO, since the publication of the geological map (Boulogne–Rouen) of the eastern English Channel.

Latest information has improved our knowledge of the geological structures and the quaternary sedimentation west of the Boulonnais.

(1) *Geology.* The southern border of the Boulonnais Jurassic anticlinorium is composed of a succession of faulted anticlines and synclines, oriented NW–SE, in which the Portlandian and a Cretaceous series, from Wealden to Cenomanian age, are out-cropping alternately.

The Bassurelle bank rests on an upper Kimmeridgian anticline which plunges near the French coast west of Le Touquet.

To the north, lying parallel to this high zone, a Cretaceous basin extends far to the northwest.

The existence of these structures seems to be the consequence of a late-Cenomanian tectonic phase already known on land.

(2) *Quaternary sedimentation.* The sand banks of the eastern English Channel are of two types: those out to sea (Vergoyer) present a prograded structure oriented west–east; those by the coast (Bassurelle de Somme) present a thin stratified structure inclined east–west.

The bed-rock topography over which the Flandrian transgression advanced may explain these differences.

Plus de 1500 km de sismique continue à haute définition ont été enregistrés par la Société Beicip-Geotechnip pour le compte du CNEXO, depuis la publication des premières cartes géologiques (Boulogne–Rouen) de la Manche Orientale.

Ces nouvelles données ont permis une meilleure connaissance des structures géologiques et de la sédimentation quaternaire au large du Boulonnais.

(1) *Aperçu géologique et tectonique.* La bordure méridionale de l'anticlinorium jurassique du Boulonnais est constituée d'une succession d'anticlinaux et de synclinaux, faillés, orientés NW–SE, où affleurent alternativement le Portlandien et une série crétacée d'âge Wealdien à Cénomaniens inclus.

Le Banc de la Bassurelle repose sur un anticlinal à cœur de Kimméridgien supérieur qui s'enneie près de la côte française à la hauteur du Touquet.

Au nord de cette zone haute, s'étend parallèlement un bassin crétacé, qui s'avance fort loin vers le nord-ouest.

L'existence de ces structures paraît être la conséquence d'une phase tectonique tardi-cénomaniens, déjà connue a terre.

(2) *La sédimentation quaternaire.* Les bancs de sable de la Manche orientale sont de deux types: (a) les bancs du large (Vergoyer) présentent une structure progradée orientée ouest-est, (b) les bancs côtiers (Bassurelle de Somme) montrent une structure finement stratifiée, inclinée est-ouest.

La topographie du bed-rock sur lequel s'est avancée la transgression Flandienne peut expliquer ces différences.

1. INTRODUCTION

Depuis la publication des premières coupures à 1/250 000^e de la carte géologique de la Manche (1971), le B.E.I.C.I.P. a effectué en 1971 et 1972 – pour le compte du CNEXO† – deux campagnes en Manche orientale, au large d'une zone allant de Calais à Dieppe.

Ces campagnes, qui s'inscrivent dans le cadre de la recherche d'agrégats marins, nous ont permis d'obtenir 1500 km de profils sparker 500 J et 161 échantillons de surface et à faible profondeur, par dragages, carottages par gravité et sondages air-lift.

La région étudiée se présente comme un vaste plateau, compris entre 20 et 35 m, descendant en pente douce vers l'ouest. Elle est accidentée de bancs sableux et d'une vallée étroite – Le Lobourg – surcreusée de 30 m parallèlement au détroit.

Si les résultats obtenus quant à la distribution, la nature et l'épaisseur des dépôts meubles grossiers, ne peuvent être publiés, il nous a paru utile de présenter ici les données nouvelles qui permettent de préciser sensiblement la géologie de surface, notamment en ce qui concerne :

- d'une part, la géologie de l'anticlinorium du Boulonnais et ses relations avec le bassin tertiaire de Dieppe.
- d'autre part, la structure des systèmes dunaires Flandriens.

2. LA GÉOLOGIE DE L'ANTICLINORIUM DU BOULONNAIS

Les études récentes, au large du Boulonnais, qui s'étendent jusqu'à la zone du tunnel sous la Manche (figure 1), ont permis une réinterprétation géophysique de la campagne CNEXO de 1969. Le calage stratigraphique a été réalisé à partir des échantillons récoltés en 1969 et qui ont été décrits par Rioult, Guyader & Larsonneur (1972) pour le Jurassique.

(a) Aperçu stratigraphique

La succession stratigraphique des affleurements au large du Boulonnais comprend de bas en haut :

Jurassique supérieur

Le *Kimméridgien supérieur*. Essentiellement argileux, il est représenté par des marnes et argiles grises ou noirâtres, parfois bitumineuses et à débris ligniteux, riches en Exogyres, passant vers le sommet à des intercalations grésocalcaires ou argilo-gréseuses à Ammobaculites, Lenticulina, Trocholina.

Le *Portlandien* montre de la base vers le sommet :

- des argiles brunâtres à débris ligniteux, débris de Poissons, Brachiopodes, Pélécy-podes et Ostracodes (Portlandien inférieur),
- des graviers phosphatés à Pélécy-podes et rostrés de Belemmites,
- des calcaires sableux à grés calcaireux, glauconieux ainsi que des sables à spicules d'Eponges (Portlandien supérieur?),
- des calcaires en plaquettes brun-sombre, silicifiés, à Characées, Ostracodes et Mollusques, que l'on rattache au Purbeckien.

L'examen des profils sismiques, en prenant pour hypothèse de vitesse les résultats des logs

† L'auteur remercie la Direction du CNEXO d'avoir autorisé la publication des résultats présentés ici.

L'ETUDE GEOLOGIQUE DE LA MANCHE ORIENTALE 179

soniques obtenus dans le bassin de Paris (2900 m/s), permet d'estimer l'épaisseur totale du Portlandien à 170 m.

Crétacé

Le *Crétacé inférieur* à faciès continental (*Wealdien*) est formé d'alternances de sables verdâtres, de grès et d'argiles rouges à lie-de-vin.

Ces formations ont été sismiquement bien observées au nord du Cap Gris-Nez où elles recouvrent le substratum jurassique horizontal.

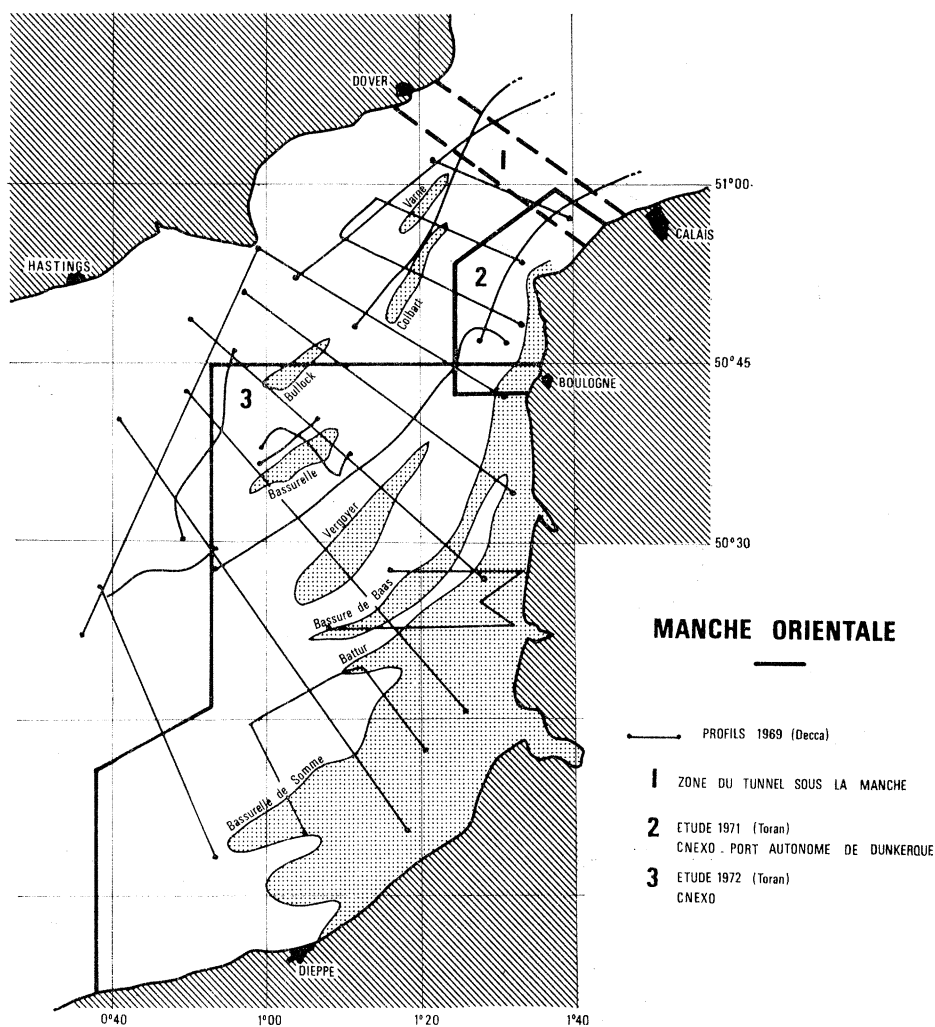


FIGURE 1. Zones prospectées en 1971 et 1972.

Le *Crétacé supérieur*, 'Craie' et Cénomaniens notamment, a été étudié très en détail à l'occasion des prospections pour le tunnel sous la Manche. Nous n'y reviendrons donc pas.

La bordure sud, en revanche, est encore fort mal connue. Le premier faciès sismique identifiable est celui de l'Albien marneux (Gaize), tout-à-fait analogue à celui de la région d'Antifer (Guyader & Lapierre 1972), qui paraît passer sans discordance bien nette au Cénomaniens.

L'ensemble Albien-Cénomarien est épais de 80 m environ. D'après les échantillons récoltés en 1969, les caractères lithologiques du Crétacé supérieur en mer sont comparables à ceux que l'on connaît sur le continent.

Tertiaire et Quaternaire

La cartographie des formations post-Crétaées, déjà bien connues, n'a subi que des corrections de détail.

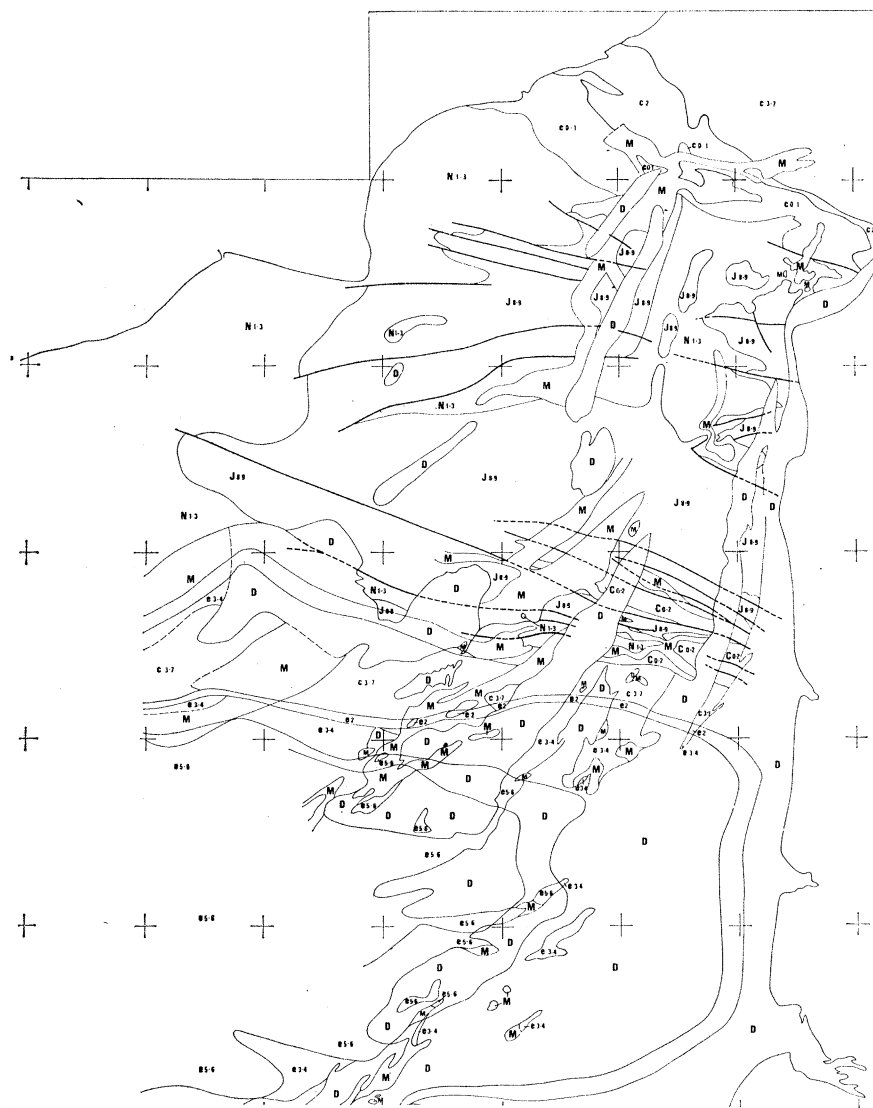


FIGURE 2. Coupure Boulogne-sur-Mer-Rouen. (Etat des connaissances en 1973.) D, dunes récentes; -M, Quaternaire ancien; -e⁵⁻⁶, Eocène Sup. & Moy.; e³⁻⁴, Yprésien; e², Thanetian; C³⁻⁷, Crétacé supérieur; C⁰⁻², Cénomarien-Albien; N¹⁻³, Wealdien; J⁸⁻⁹, Jurassique sup.

(b) Remarques sur la paléogéographie

Dès le Jurassique inférieur, le bassin de la Manche orientale apparaît comme le prolongement direct de la zone centrale du Bassin de Paris. Les forages pétroliers entre le Pays de Bray et le

L'ETUDE GEOLOGIQUE DE LA MANCHE ORIENTALE 181

Boulonnais montrent en effet l'existence d'un large chenal Jurassique (NW-SE) où l'épaisseur totale de cette série dépasse 950 m.

Bien que les affleurements n'intéressent que le Jurassique supérieur, il est significatif de constater que le retrait de la mer vers le SE a été ici fort tardif, puisque les faciès du Purbeckien témoignent encore d'influences marines. Rioult *et al.* (1972) remarquent, en particulier, que les microfaunes au large du Boulonnais sont plus récentes que celles de la région du Havre – elles-mêmes encore plus récentes que celles du nord du Cotentin – et qu'elles présentent des affinités marquées avec les affleurements du Pays de Bray et les sondages de la région de Rouen.

L'on peut donc penser que le bassin de Dieppe a constitué, dès la base du Jurassique, une zone déprimée où l'influence marine a été la plus longue.

Au Crétacé, la mer revient très tôt, peut-être à l'Aptien, en tous cas à l'Albien. La zone déprimée de Dieppe restera un bassin pendant toute la fin du Crétacé et le Tertiaire assurant la continuité entre les bassins de Londres et de Paris.

(c) Aperçu structural (figure 2)

Comme le laissait prévoir la géologie à terre, les directions structurales des affleurements sous-marins (accidents et axes anticlinaux) suivent l'orientation générale NW-SE. Elles prennent une direction E-W à l'approche de l'Angleterre.

Le centre de l'anticlinorium au large de Boulogne, est occupé par des assises kimméridgiennes qui, au nord et au sud, disparaissent progressivement sous le Portlandien.

En bordure du bassin de Dieppe cependant, une faille importante, que l'on suit de la Bassurelle au Touquet, fait réapparaître le Kimméridgien en structures anticlinales. Au nord de cet anticlinal, et parallèlement à celui-ci, s'étend un bassin Albien-Cénomaniens.

Le passage Jurassique-Crétacé est fortement tectonisé. Le Jurassique présente une succession de plis coiffés qui s'ennoient peu à peu vers le sud. Cette structure se traduit à l'affleurement par une série d'anticlinaux jurassiques en 'baïonnettes', séparés par des synclinaux de Crétacé (Albien-Cénomaniens).

Une telle disposition confirme l'existence d'une phase tectonique tardicénomaniens déjà connue à terre (J. P. Destombes, communication verbale).

La phase principale de plissement paraît cependant anté-albienne. La transgression crétacée commence en effet très tôt, ce qui pose localement le problème stratigraphique de la limite entre le Crétacé inférieur et le Crétacé supérieur.

Conclusions

Malgré leur pénétration réduite (150 m environ) les récentes campagnes sparker, associées aux études paléontologiques déjà publiées, ont permis de confirmer les données paléogéographiques et structurales suivantes:

- permanence du bassin de Dieppe dès la base du Jurassique,
- lacune Jurassique-Crétacé réduite,
- fracturation principale du Jurassique avant l'Albien,
- existence d'une phase tectonique tardi-cénomaniens, et
- orientations structurales identiques du Jurassique en mer et du Crétacé supérieur à terre, ce qui implique des rejeux tardifs du substratum, probablement au Tertiaire.

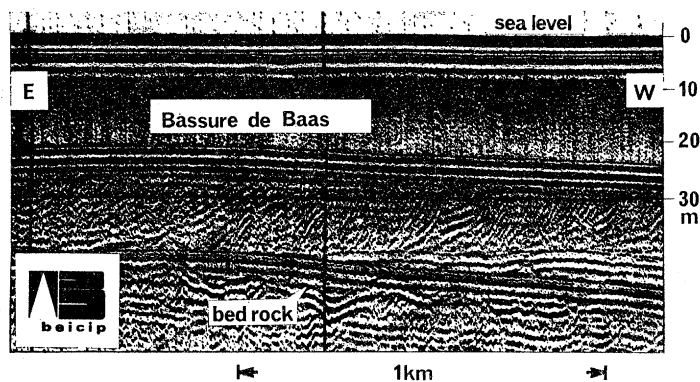
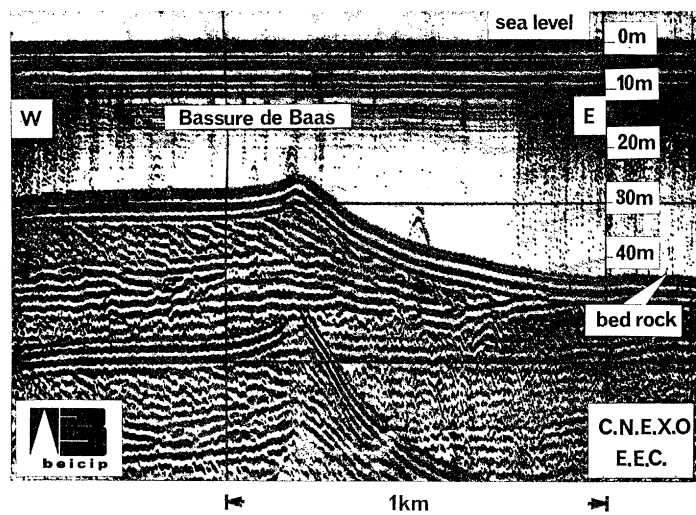


FIGURE 3. Exemples de structures progradées dans le banc de la Bassure de Baas.

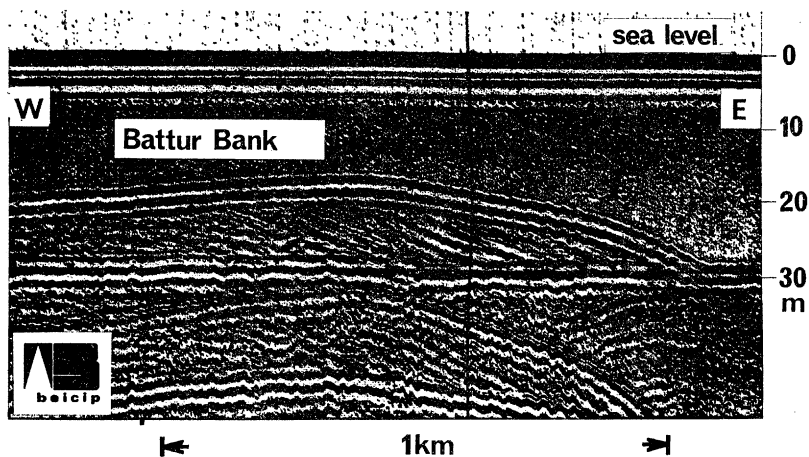


FIGURE 4. Exemple de stratification régulière: le Battur.

3. LES SYSTÈMES DUNAIRE FLANDRIENS

De part et d'autre de l'étroite vallée du Lobourg, qui entaille de plus de 30 m le substratum calcaire de la Manche, s'étendent d'importantes dunes hydrauliques isolées. Ces corps sableux, orientés NE-SW, sont séparés par de vastes zones planes, 'inter-dunaires', où le rocher n'est recouvert que par une mince couverture de cailloutis. Ce sont, du nord au sud, le Varne, le Colbart, le Bullock, la Bassurelle, le Vergoyer, la Bassure de Baas, le Battur et la Bassurelle de Somme. Ces quatre derniers ont été étudiés en détail. Les sondages montrent qu'ils sont constitués d'un sable fin, 0,2 à 0,3 mm, peu coquillier, bien classé, beige en surface, gris en profondeur. Ces masses siliceuses sont considérables. La plus grande, le Vergoyer, a 25 km de long, 5 km de large et 30 m de haut.

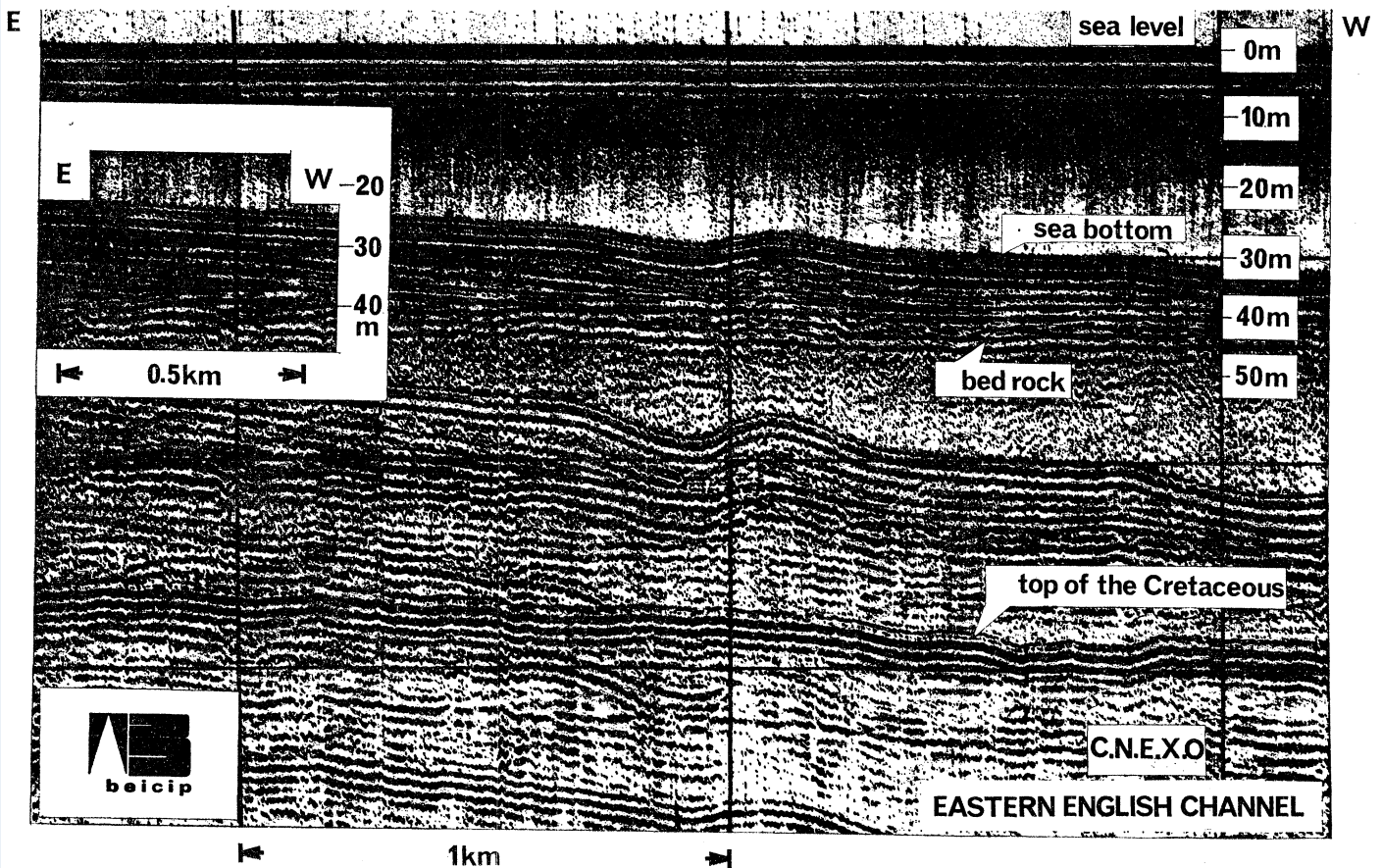


FIGURE 5. Exemple de stratification parfaitement régulière: la Bassurelle de Somme.

Ces dunes sont-elles actuelles, ou bien témoignent-elles de conditions hydrodynamiques différentes de celles de nos jours?

La dissymétrie des crêtes indique que les corps sableux sont modélés par un courant portant au NE, ce qui est conforme aux conditions dynamiques actuelles. Mais seules des campagnes répétitives, avec un positionnement très précis, permettraient de savoir si les sables se déplacent ou non.

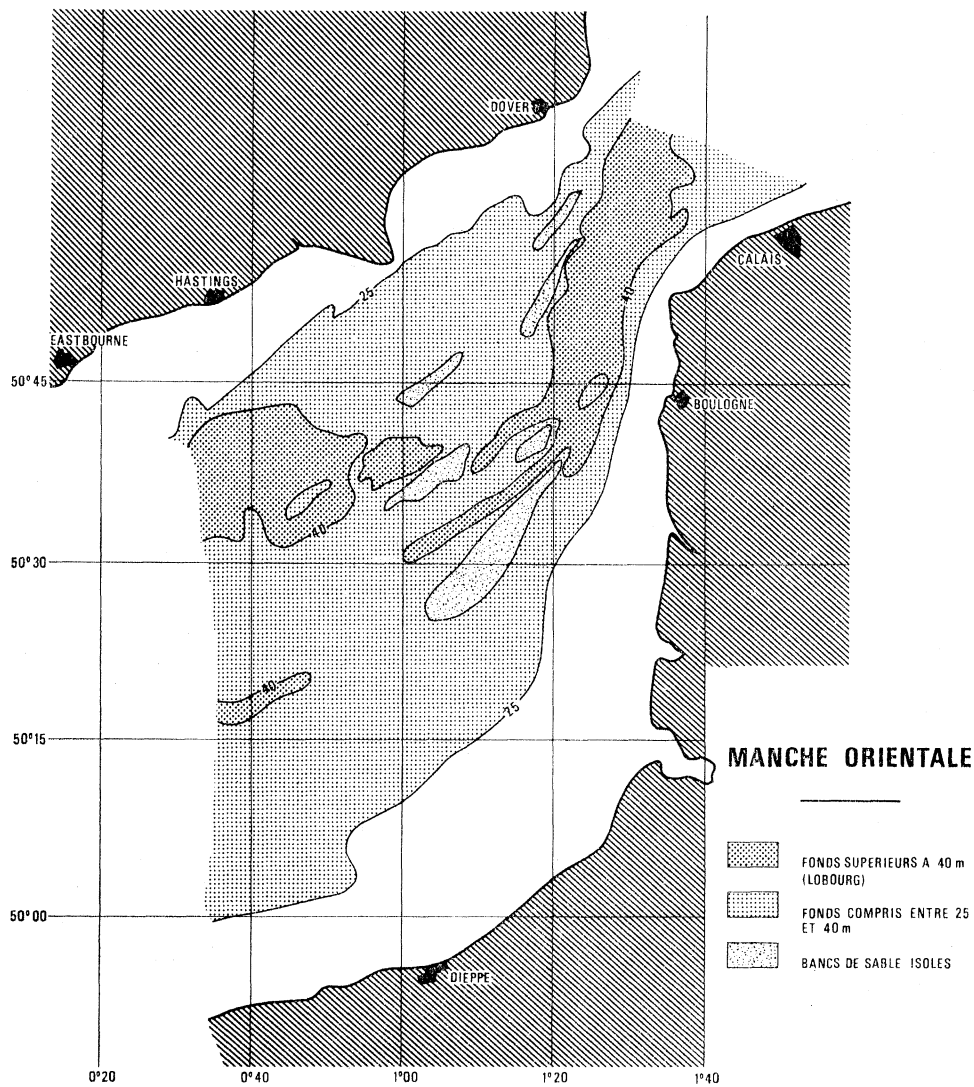


FIGURE 6. Distribution géographique des modes de sédimentation.

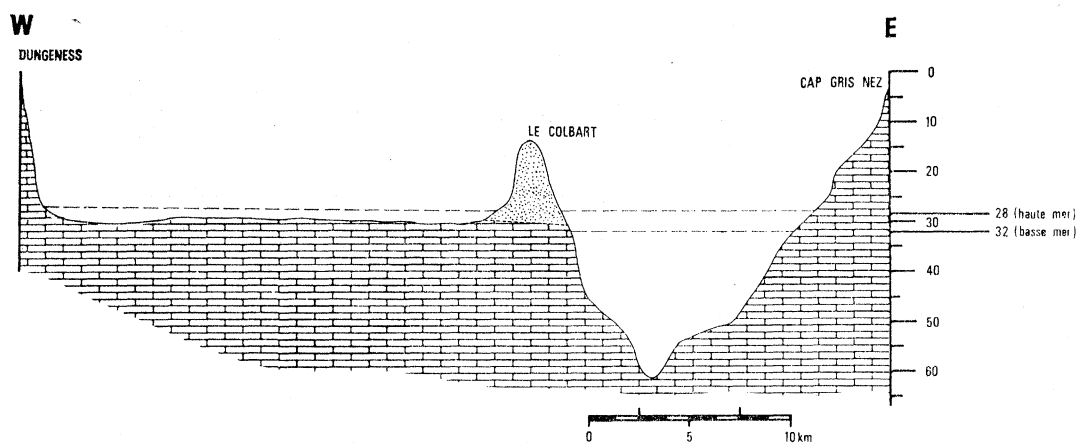


FIGURE 7. Profil transversal du Pas de Calais.

L'ETUDE GEOLOGIQUE DE LA MANCHE ORIENTALE 185

Les enregistrements sparker réalisés entre la Bassurelle et la côte française ont mis en évidence un certain nombre de faits :

– Au centre de la Manche orientale s'étendent de grosses dunes isolées, sismiquement hétérogènes, qui montrent une structure grossièrement progradée, inclinée vers l'est, et qui reposent sur des témoins sédimentaires plus anciens. C'est le cas du *Vergoyer* et de la *Bassure de Baas* (figure 3).

– Plus au SE, le *Battur* est de forme générale plus allongée. Il paraît constitué d'un dépôt homogène, finement stratifié, également incliné vers l'est (figure 4).

– Près de la côte enfin, la *Bassurelle de Somme* est encore plus finement stratifiée que le *Battur*, mais l'orientation des lits sédimentaires est inverse et regarde vers l'ouest (figure 5).

De telles variations de structures ne peuvent s'expliquer que par un amortissement progressif de la dynamique des courants, échelonné dans le temps.

On remarque en effet que les structures grossièrement progradées correspondent aux dunes du large, implantées au voisinage de la vallée du Lobourg, par 30 m de profondeur. En revanche, les structures stratifiées n'apparaissent que pour les dunes mises en place par moins de 25 m de fond (figure 6).

L'importance de ces différences topographiques est illustrée par le profil bathymétrique à travers le Pas-de-Calais (Cap Gris Nez-Dungeness) (figure 7). On constate en effet l'importance du plateau à 30 m qui constitue les 2/3 de la superficie de la Manche orientale. Le rôle de ce plateau a été fondamental dans l'histoire des transgressions marines, en particulier au Flandrien.

Tant que le niveau des eaux se situait au-dessous de 35 m – 9000 ans B.P. selon Larsonneur (1971) – la Manche orientale était limitée à la vallée du Lobourg et le plateau restait émergé.

Au-dessus de – 30 m, le plateau se trouve entièrement immergé, et la Manche se rapproche de ses contours actuels (figure 8). Du fait de la marée, dont l'amplitude dépasse 8 m de nos jours à Boulogne, il a existé une période critique où ces deux situations se produisaient alternativement deux fois par jour. A marée basse, la Manche était réduite à la vallée du Lobourg. A marée haute, l'ensemble du plateau était recouvert par une faible tranche d'eau, ce qui multipliait par 6 la surface immergée.

Les courants de marée devaient être considérables, et c'est ce phénomène qui doit être responsable de la mise en équilibre des premiers amas sédimentaires grossiers. Ceux-ci devaient provenir du démantèlement du delta du Rhin et de la Tamise, la Manche et la Mer du Nord étant en communication à partir de la cote – 37 m (9000 ans B.P. d'après J. E. Prentice (1972)). A mesure que le niveau des eaux est remonté, les apports sédimentaires sont devenus de plus en plus fins.

Les cordons littoraux stratifiés établis par moins de 25 m, *Battur* et *Bassurelle de Somme*, se sont stabilisés sous un régime hydrodynamique qui se rapproche des conditions actuelles, c'est-à-dire qu'il n'y a plus de différence entre la circulation des eaux à marée haute et à marée basse. L'orientation opposée des stratifications peut être expliquée par un courant circulaire localisé.

Conclusions

Les dunes à structure progradée sont les plus anciennes; leur mise en place est due à de violents courants de marée, canalisés dans un chenal étroit.

Les dunes stratifiées sont un peu plus récentes. Elles résultent d'une dynamique des eaux amortie, la Manche orientale se rapprochant de ses contours actuels.

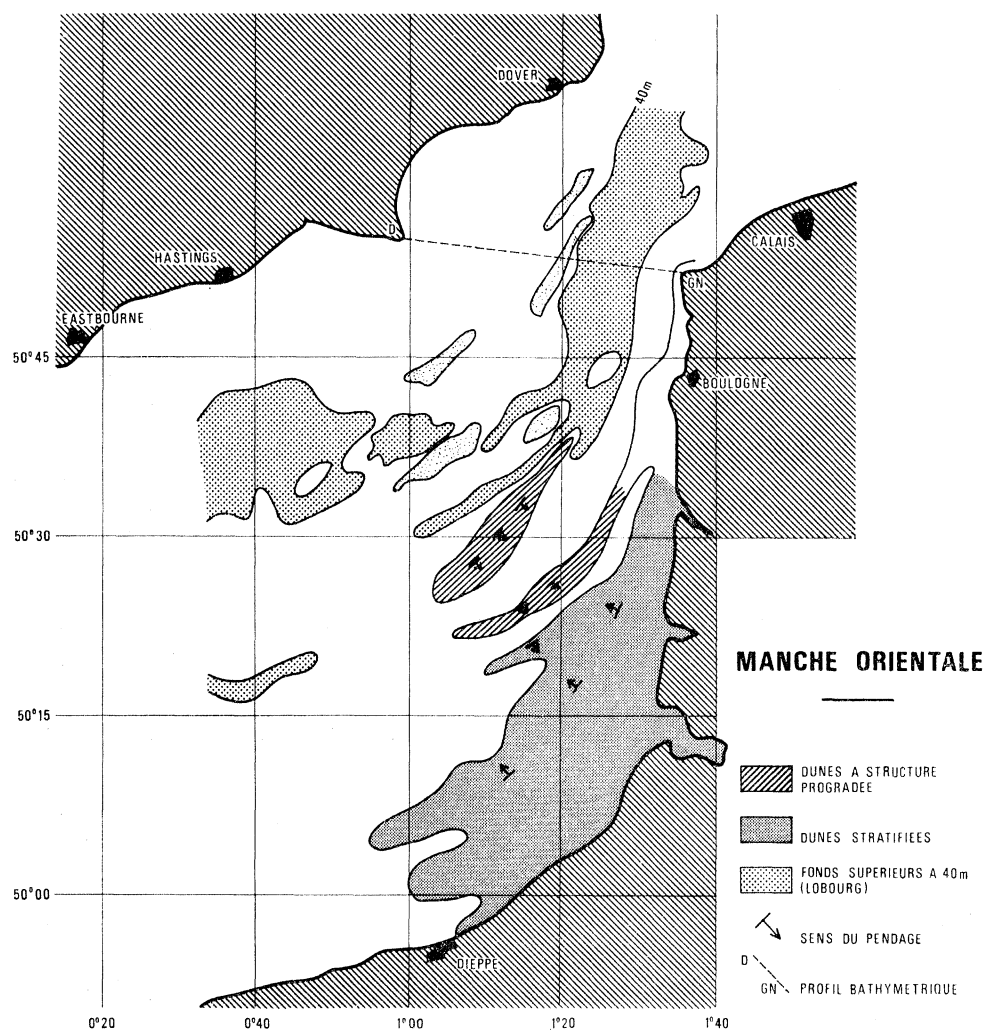


FIGURE 8. Distribution des fonds compris entre 25 et 40 m.

Il est probable que le modelé de ces masses sédimentaires doit être encore remanié par de fortes tempêtes, mais l'alimentation des sables paraît un phénomène révolu.

4. CONCLUSIONS

Ainsi, le modelé actuel de cette partie de la Manche orientale résulte de deux composantes dont les orientations sont perpendiculaires.

– les axes structuraux qui caractérisent cette région ont une direction d'ensemble NW–SE que l'on retrouve dans les affleurements paléozoïques du Boulonnais, dans le Jurassique en mer, dans le drainage du Crétacé supérieur et dans l'accident du pays de Bray à terre. Ils sont donc *fort anciens* et le seuil du Pas-de-Calais paraît avoir séparé *en permanence* le bassin de la Mer du Nord de celui de la Manche.

– au Quaternaire, et au Flandrien en particulier, la communication entre les deux mers a été établie, provoquant une *distribution quasi instantanée*, selon un axe SW–NE des sédiments glacio-deltaïques accumulés pendant la période froide précédente.

L'ETUDE GEOLOGIQUE DE LA MANCHE ORIENTALE 187

L'auteur remercie R. Amar (B.E.I.C.I.P.) pour ses utiles suggestions lors de la rédaction de cet article, ainsi que L. Fortin (Graves de l'Estuaire) pour son aide lors du dépouillement de la campagne 1972.

BIBLIOGRAPHIE (Lapierre)

- Beicip 1971 Rapport inédit 'Recherche de graviers au large de Boulogne et Wissant', n° 3211.
 Beicip 1972 Rapport inédit 'Recherche d'agrégats marins en Manche orientale', n° 30.608.
 Dingwall, R. G. 1971 The structural and stratigraphical geology of a portion of the Eastern English Channel. *Inst. Geol. Sci. Rep.* 71/8.
 Guyader, J. & Lapierre, F. 1972 Le passage Jurassique-Crétacé au large du Cap d'Antifer. *Colloque sur la géologie de la Manche, Mém. B.R.G.M. (Fr.)* 79, 184–191.
 Hallez, P. 1899 Sur les fonds du détroit du Pas de Calais. *Ann. Soc. Géol. Nord* 28, 4–23.
 Lapierre, F., Robert, J. P. & Ville, P. 1970 Esquisse géologique de la Manche orientale. *C. r. hebd. Séanc. Acad. Sci., Paris D* 271, 381–384.
 Larsonneur, Cl. 1971 Manche centrale et Baie de Seine: géologie du substratum. Thèse, Caen.
 Prentice, J. E. 1972 Sedimentology of the North Sea and the English Channel. *Colloque sur la géologie de la Manche, Mém. B.R.G.M. (Fr.)* 79, 229–231.
 Rioult, M., Guyader, J. & Larsonneur, Cl. 1972 Le Jurassique des fonds de la Manche centrale et orientale. *Colloque sur la géologie de la Manche, Mém. B.R.G.M. (Fr.)* 79, 128–147.

Discussion

G. BOILLOT (*Université Rennes I, Laboratoire de Géologie sous-marine Avenue Général Leclerc, B.P. 25A – 35 031 Rennes Cédex, France*)

Vous pensez que les corps sableux que vous avez observés sont anciens. Avez-vous des arguments fondés sur des forages en faveur de cette hypothèse?

Disposez-vous de datations au ^{14}C pour affirmer que les bancs de sable du centre de la Manche Orientale sont fossiles, alors que la faible granulométrie du matériel sédimentaire n'exclut nullement une reprise actuelle?

F. LAPIERRE

Non, nous n'avons pas de dates précises à annoncer. Ceci dit, le terme 'actuel' est toujours ambigu.

Si vous considérez le moment où le stock sédimentaire s'est mis en place, alors elles sont fossiles.

Si vous considérez la possibilité de remaniements limités, alors ces dunes sont actuelles. La possibilité d'un modelage par les tempêtes existait déjà au Flandrien. Le seul paramètre qui a varié est l'épaisseur de la tranche d'eau en Manche orientale.