



**CARTE
GÉOLOGIQUE
DE LA FRANCE
A 1/50 000**

DUNKERQUE HONDSCHOOTE

par

J. LEPLAT, J. SOMMÉ, C. BAETEMAN, R. PAEPE

DUNKERQUE HONDSCHOOTE

La carte géologique à 1/50 000
DUNKERQUE HONDSCHOOTE est recouverte par la coupure
CALAIS-DUNKERQUE (N° 2)
de la carte géologique de la France à 1/80 000.

| | | | |
|--------|-----------|-------------|--|
| | | | |
| Calais | DUNKERQUE | Hondschoote | |
| Guines | Cassel | Steenvoorde | |

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE
ET DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
Boîte postale 6009 - 45060 Orléans Cedex 2 - France



BRGM

MINISTERE DE L'INDUSTRIE,
ET DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIERES
SERVICE GEOLOGIQUE NATIONAL

COMITÉ DE LA CARTE GÉOLOGIQUE
DE LA FRANCE

1988

| | |
|---------------------------|----------------|
| <i>Président</i> | J. DERCOURT |
| <i>Vice-Président</i> | H. de la ROCHE |
| <i>Secrétaire général</i> | C. CAVELIER |
| <i>Membres</i> | R. CAPDEVILA |
| | J.M. CARON |
| | J. CHANTRAINE |
| | J. FOURNIQUET |
| | P. LEDRU |
| | M. MATTAUER |
| | J.P. PLATEL |
| | J. REY |

NOTICE EXPLICATIVE DE LA FEUILLE
DUNKERQUE - HONDSCHOOTE À 1/50 000

par

J. LEPLAT, J. SOMMÉ, R. PAEPE, C. BAETEMAN

1989

Remise de la carte et de sa notice explicative : 17 juin 1987

Acceptation de la carte et de sa notice explicative : 3 février 1988

Impression de la carte: novembre 1989

Impression de la notice : avril 1989

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| INTRODUCTION | 5 |
| DESCRIPTION DES TERRAINS | 5 |
| <i>FORMATIONS ANTÉQUATERNAIRES</i> | 5 |
| <i>FORMATIONS QUATERNAIRES</i> | 7 |
| STRUCTURE ET TECTONIQUE | 13 |
| RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS | 13 |
| <i>HYDROGÉOLOGIE</i> | 13 |
| <i>SUBSTANCES UTILES ET CARRIÈRES</i> | 15 |
| DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE | 15 |
| <i>SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES</i> | 15 |
| <i>COUPES RESUMÉES DES SONDAGES</i> | 15 |
| <i>BIBLIOGRAPHIE</i> | 15 |
| <i>DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES</i> | 21 |
| AUTEURS DE LA NOTICE | 22 |

INTRODUCTION

La feuille Dunkerque - Hondschoote couvre une partie de la Flandre maritime et la bordure de la Flandre intérieure, régions traversées par la frontière franco-belge. La Flandre maritime appartient la plaine maritime de la mer du Nord, vaste unité morphosédimentaire holocène qui s'étend en France sur les feuilles voisines Calais, Marquise, Guines et Cassel et se prolonge en Belgique, aux Pays-Bas et en Allemagne.

Les formations affleurant sur la feuille Dunkerque - Hondschoote sont uniquement holocènes (Flandrien) dans la plaine maritime, où les dépôts quaternaires (Holocène et Pléistocène supérieur), épais de plus de 30 mètres au niveau du littoral actuel, colmatent une morphologie fossile qui entaille les argiles de l'Eocène inférieur (Yprésien).

En Flandre intérieure, dont la limite correspond à l'extension maximum des dépôts marins holocènes, le substrat yprésien est faible profondeur sous une couverture limono-sableuse (Pléistocène supérieur et moyen) qui comporte à sa base des témoins de dépôts marins du Pléistocène moyen.

L'extension récente de la zone portuaire de Dunkerque a fortement modifié la configuration de la région littorale dont l'ancienne ligne de rivage avant les travaux a été figurée sur la feuille.

DESCRIPTION DES TERRAINS

L'originalité de la feuille Dunkerque - Hondschoote réside dans les deux faits suivants :

- les formations antéquatennaires n'affleurent en aucun point du territoire ;
- le substratum immédiat est partout constitué par l'argile yprésienne.

Celle-ci étant très épaisse, rares sont les sondages qui permettent l'observation des terrains plus anciens. Au total, 14 ouvrages seulement ont atteint les formations antérieures à l'Yprésien ; 5 ont été arrêtés dans le Landénien (3.2.85 - 3.3.1 - 3.3.192 - 3.7.336 et 65.E.70 en Belgique), 4 dans le Crétacé (3.4.42 - 3.5.185 - 3.7.361 et 4.5.9), et 5 dans le socle primaire (3.4.15 - 3.8.2 - 3.8.3 - 4.1.16 et 50.E.133 en Belgique).

FORMATIONS ANTÉQUATENNAIRES

Primaire

Silurien

Sur tout le territoire de la feuille, le socle primaire est uniquement d'âge silurien. Il est représenté par des argiles grises noires, parfois finement sableuses, irrégulièrement indurées, contenant de petits lits de grès-quartzite gris clair à grain fin et des veinules de quartz. Les graptolites caractéristiques du Silurien sont mentionnés dans la description du sondage 4.1.16.

Secondaire

Le Silurien est directement recouvert par les formations crétacées.

Wealdien

Des dépôts assimilés au Wealdien sont indiqués dans un seul sondage, le 3.8.2., ou leur épaisseur dépasserait les 30 mètres. Il s'agit d'une formation complexe dominée par un faciès d'argile violacée plus ou moins sableuse, indurée, complétée par des intercalations de schistes sériciteux et de schistes ferrugineux rougeâtres, et par des niveaux conglomératiques et gréseux.

Crétacé supérieur

Les trois sondages pétroliers qui donnent une description correcte des faciès du Crétacé supérieur (3.8.2 - 3.8.3 - 4.1.16) présentent une grande similitude. On y trouve, en effet, de la base au sommet :

- environ 20 mètres d'une argile beige brunâtre A gris foncé, plus ou moins calcaire, parfois finement micacée ;
- 25 A 40 mètres d'une craie grisâtre plus ou moins argileuse ;
- 50 mètres environ d'une craie blanchâtre contenant des silex plus ou moins abondants.

En l'absence de datation précise par la microfaune, il est difficile d'attribuer un âge A ces différents niveaux. Toutefois, l'étude des logs électriques de ces sondages et des sondages des feuilles voisines semble montrer l'absence de Cénomaniens, les 20 mètres d'argile de la base pouvant être assimilés au Turonien inférieur ("dièves").

On remarquera l'augmentation d'épaisseur du Crétacé supérieur du Nord au Sud (un peu plus de 100 m au 4.1.16 à un peu moins de 140 m au 3.8.3) et surtout d'Est en Ouest (160 m environ au sondage de Petite-Synthe).

Tertiaire

Landénien

L'étage Landénien présente sa composition habituelle, à savoir :

- à la base, quelques mètres de sable fin argileux gris-vert ;
- au-dessus, une masse d'argile, sableuse puis plastique, grise à noire ;
- au-dessus encore, un complexe d'argile sableuse grise et de sable fin argileux gris-vert, avec intercalations gréseuses peu indurées (tuffeau) ;
- couronnant le tout, des sables grisâtres à verdâtres de moins en moins fins vers le sommet.

Pour autant que l'on puisse se fier aux quelques coupes de sondages disponibles, on constate de grandes variations dans l'importance relative des faciès argileux de la partie inférieure et des faciès sableux de la partie supérieure. D'une manière générale, les premiers semblent très développés le long d'un axe Bray-Dunes — Teteghem — Hoymille, où ils occupent les trois quarts de l'étage (plus de 30 m d'épaisseur). Vers l'Ouest et le Sud-Est, les deux faciès montrent sensiblement la même épaisseur, avec parfois une prédominance des sables.

La puissance de ces dépôts varie de 46 A 51 m sur le territoire considéré.

Yprésien

L'Yprésien est représenté par une argue plastique ou finement sableuse, pyriteuse, grise à gris verdâtre ou gris bleuté (argile des Flandres). Au sondage 3.2.82, le contact avec les sables landéniens sous-jacents se fait par l'intermédiaire d'un niveau de galets centimétriques aplatis de silex noir.

L'épaisseur minimale de cette formation est de 85 mètres ; les sondages de la partie sud-est de la feuille, où la couverture quaternaire est réduite, en ont traversé plus de 125 mètres.

FORMATIONS QUATERNAIRES

Les formations quaternaires sont représentées :

- dans la Flandre intérieure, par des dépôts marins de la formation d'Herzele (Pléistocène moyen) et par des dépôts fluviatiles, éoliens et de versants (Pléistocène moyen et supérieur), reposant sur le substrat yprésien ;
- dans la Flandre maritime, essentiellement par les dépôts marins de la formation des Flandres (Holocène) qui reposent soit directement sur le substrat yprésien dans les zones d'érosion et à l'aplomb de la zone littorale, soit sur des dépôts pléistocènes conservés à la base du colmatage marin holocène.

Morphologie fossile

Elle correspond au contact Yprésien - Quaternaire. Elle est figurée sur la feuille par les courbes de niveau en mètres de la base du Quaternaire (0, -5, -10, -15, -20, -25, -30) établies par référence au 0 NGF, dans la mesure où les données de sondage le permettent. Par souci d'homogénéité, les mêmes courbes NGF ont été tracées sur la partie belge de la feuille Hondshoote en tenant compte de la différence des nivellements, les altitudes de la carte topographique belge devant être diminuées de 2,29 m pour être comparables aux altitudes de la carte topographique française.

Le tracé général des courbes montre une paléomorphologie d'ensemble dont la pente générale est orientée vers le NNW, conforme à la direction de la bordure de la Flandre intérieure. Par suite du tracé WSW-ENE du littoral actuel, les profondeurs sont en moyenne plus grandes dans la partie occidentale de la feuille qui correspond aussi au système complexe de l'estuaire fossile de l'Aa. Au Sud, la pente générale assez régulière du sommet du substrat yprésien aboutit, au Nord, à un paléorelief moins marqué au-dessous de -25 m. Dans le détail, cette morphologie fossile est caractérisée par une série de talwegs arqués tendant à prendre une direction ESE-WNW à l'aplomb du littoral actuel où des cotes inférieures à -30m sont régulièrement observées (sondages 5.136, 2.85, 35.W.64). Ces réseaux de vallées fossiles prolongent le relief continental de la bordure de la plaine maritime et présentent le même style géomorphologique en relation avec la structure (tectonique de blocs).

Pléistocène

Des témoins de dépôts marins sableux du Pléistocène moyen, reposant sur l'argile yprésienne et sous la couverture limoneuse continentale, sont conservés au Sud-Est de la feuille. Seulement connus en sondages, ils appartiennent à la **formation d'Herzeele** dont l'extension correspond à une ancienne plaine maritime centrée sur le bassin de l'Yser. Dans la localité-type (feuille Steenvoorde), la formation comporte trois unités marines interglaciaires (Cromérien et Holsteinien). L'unité supérieure, caractérisée par un faciès de sables fins coquilliers (faune à *Cardium edule* et *Macoma balthica*) et un contenu pollinique typique de l'Holsteinien, a été datée de 300 000 à 350 000 BP (U/Th et ESR). Elle correspond aux sables à *Cardium* d'Izenberge, reconnus anciennement en Belgique sur la feuille Hondskoote. Les autres termes de la formation, sablo-limoneux mais azoïques, sont également localement conservés. Les sables verts de Quaëdypre (feuille Cassel), signalés sur l'ancienne carte géologique, doivent sans doute y être rattachés.

L'extension, jusqu'à une altitude d'environ 20 m, de la formation marine d'Herzeele dont les faciès sont analogues à ceux de l'Holocène, montre l'ancienneté, au Pléistocène moyen, du régime de plaine maritime dans cette région littorale de la mer du Nord méridionale, dont une autre preuve est fournie par la falaise fossile de Sangatte (feuille Marquise) datant également d'un interglaciaire du Pléistocène moyen.

Les témoins de la formation d'Herzeele sont masqués à l'affleurement par la **couverture limoneuse continentale** (LP) constituée de loess sableux, de sables éoliens et de dépôts associés de versants, d'âge pléistocène moyen et supérieur. Épais de 2 à 4 m sur les interfluves, ils s'aminçissent au niveau de certains versants de vallons où l'argile yprésienne peut être subaffleureante. La sédimentation weichselienne est souvent réduite à un loess sableux de couverture peu épais, reposant sur les limons et sables altérés (paléosols) du Pléistocène moyen (Saalien) qui peuvent également être subaffleureants.

Dans la partie méridionale de la plaine maritime, des éléments de la couverture continentale pléistocène sont largement conservés sous les dépôts marins holocènes. Il s'agit de quelques mètres de limons sableux et sables verdâtres avec cailloux de silex à la base, pouvant incorporer des couches tourbeuses. Ces dépôts fluviaux et de versants sont rapportés essentiellement au Weichselien. Sur la feuille voisine Calais, au Sud-Ouest de Gravelines, un niveau tourbeux épais de 0,30 m, inclus dans un complexe sablo-limoneux verdâtre compris entre -15,5 et -20 m, a fourni un âge C14 de $33\ 110 \pm 740$ BP (GrN-5869) avec un spectre palynologique de steppe boisée où dominent *Pinus* et les chénopodiacées.

La présence en profondeur de dépôts marins de la *formation d'Ostende* d'âge interglaciaire éémien (Pléistocène supérieur) n'est pas clairement établie, mais est probable en raison des faciès indiqués par certains sondages sous les dépôts attribuables au Weichselien. Par ailleurs, des dépôts éémiens tourbeux existent, vers -15 m, à la base du colmatage weichselien des vallées (Aa) à la bordure de la plaine maritime.

Dans la partie septentrionale de la plaine maritime, les dépôts marins profonds, épais de 5 à 10 m, qui culminent à environ -20 m, sont constitués par des sables grossiers jaunâtres très coquilliers à galets (silex, grès) passant vers le bas à des sables verdâtres coquilliers, avec un niveau graveleux au contact de l'Yprésien, l'ensemble étant surmonté par un limon brunâtre et un sol de marais attribuable au Boréal (pollen) et par les sables marins de l'Assise de Calais. Connus en sondages, les dépôts marins inférieurs ont pu être observés à Loon-Plage dans l'excavation du Port Rapide et définis sous le terme de *dépôts de Loon*. Cette unité, dont l'interprétation stratigraphique est discutée, contient en effet une faune malacologique qui peut être rattachée à la "faune à *Ancylus pygmaeus*" de l'Holocène du bassin méridional de la mer du Nord et daterait alors du Boréal. Mais, outre également la présence dans la faune d'espèces disparues avant l'Holocène (*Macon obliqua*, *Chlamys glabra*), la stratigraphie de la séquence plaide pour attribuer un âge pléistocène à ces dépôts marins profonds. Le même problème stratigraphique est posé par des dépôts profonds similaires étudiés en sondages récents dans la zone littorale belge de De Panne.

Holocène

Les dépôts holocènes reconnus (Flandrien), en profondeur et à l'affleurement, sont constitués par des sables d'estran, des sédiments sablo-limono-argileux de Wadden incorporant des niveaux de tourbe et des cordons littoraux sableux. Ils constituent la *formation des Flandres*, subdivisée à la suite de G. Dubois (1924) en Assise (membre) de Calais avec, à son sommet, la Tourbe supérieure (dite de surface) et en Assise (membre) de Dunkerque. Ils sont d'âge holocène moyen et supérieur, mais, dans l'attribution chronologique de Dubois, l'Assise de Dunkerque était considérée comme postérieure au III^e siècle après J.C., alors qu'elle incorpore des dépôts antérieurs à l'époque romaine.

Les données générales sur l'Holocène de la partie occidentale de la plaine maritime de la mer du Nord s'appuient sur la synthèse des travaux réalisés dans la région franco-belge (cf. bibliographie).

Flandrien moyen

MzaS. **Assise de Calais.** Le terme *d'Assise de Calais* a été proposé par Dubois pour désigner la masse de sables et galets des Pierrettes à Calais et de sables gris-bleu ("sables pissards") de la plaine maritime qui se trouvent entre -20 m et environ 0 m, et sont caractérisés par une faune à peu près identique à la faune actuelle, avec *Zirphaea crispata* et *Ostrea edulis*. Le terme "dépôts de Calais" a été conservé, mais précisé et critiqué, dans les pays voisins en tant qu'unité lithostratigraphique correspondant aux dépôts mis en place au cours d'une succession de phases transgressives (notamment Calais I, H, HI, IV) de fin du Boréal, de l'Atlantique et du Subboréal (environ de 8 000 BP à 4 000 BP). Les sables de l'Assise de Calais contiennent surtout la faune suivante : *Cardium edule*, *Macoma balthica*, *Scrobicularia plana*, *Hydrobia ulvae*, *Mactra elliptica*, *Barnea candida*, *Ostrea edulis* (selon G. Dubois).

Dans la partie littorale de la plaine maritime, la séquence est purement sableuse ou sablo-limoneuse, correspondant à un environnement marin permanent, et débute, le plus souvent, directement sur le substrat

yprésien, par un faciès sableux grossier, parfois graveleux, coquillier. Cette zone sédimentaire tend à se réduire en largeur vers l'Est de la feuille. Vers le Sud, où les épaisseurs de l'Holocène diminuent en raison de la morphologie fossile (sommet de l'Yprésien) tapissée de limons pléistocènes, la séquence holocène commence par une tourbe ou un sol humique (Tourbe inférieure ou de base). Dans les parties les plus profondes, cette tourbe de base s'est développée à partir de 8 000 BR De plus en plus récente vers l'intérieur, elle se confond avec la tourbe de surface à la bordure de la plaine. Les faciès de la séquence deviennent aussi plus variés, avec des phases fines plus importantes, et des niveaux de tourbe à différentes profondeurs. La transition Atlantique =Subboréal (environ 5 000 BP) est attestée dans une tourbe vers - 3 m.

En surface, affleurent des bancs sableux, formant une série de légères éminences alignées (Loon-Plage, Ghyvelde - Adinkerke), déjà mises en évidence par Dubois, qui sont des éléments de barrière côtière et de cordons d'estuaires (système de pouliers de l'ancien estuaire de l'Aa) datant de la fin de l'Atlantique et du début du Subboréal.

Fz. Alluvions fluviales. Le fond des vallons qui débouchent dans la plaine maritime est tapissé par des alluvions limono-tourbeuses.

Flandrien supérieur

Mzb/T. Tourbe supérieure. Au Sud des bancs sableux, se trouve largement conservée sous une faible épaisseur (1 à 2 m) de dépôt de Dunkerque, la Tourbe supérieure (dite de surface). Dans la partie méridionale de la plaine, la tourbe de surface n'est que l'unité supérieure d'un complexe constitué par plusieurs couches de tourbe, séparées par des niveaux limono-argileux de Wadden. Ce complexe s'est développé essentiellement entre 6 500 et 3 000 BP. La tourbe de surface, qui a aussi la plus grande extension vers le Nord, s'est formée entre 4 800 et 2 800 BP. C'est dans cette partie de la plaine maritime qu'a été fondée la distinction stratigraphique entre les assises de Dunkerque et de Calais, séparées ici par la tourbe de surface.

La limite de la zone (Mzb/T) tracée sur la feuille est indicative : elle correspond à la région où la tourbe est souvent rencontrée en sondages, mais son absence est aussi fréquente en raison de l'érosion ultérieure (chenaux de marée des phases transgressives de Dunkerque). S'y ajoute l'exploitation de cette tourbe qui a eu lieu depuis l'époque gallo-romaine dans certains secteurs. Le fait marquant de la feuille est que la zone de formation initiale de la tourbe de surface tend à rejoindre la région littorale actuelle à l'Est de Dunkerque, où elle s'était développée à l'abri de cordons anciens, présentement recouverts par les dunes récentes. Il n'en est pas de même à l'Ouest de la feuille qui est restée une zone estuarienne, constamment sous influence marine.

A l'Est de Dunkerque, les *Grandes Moères* constituent une unité originale qui, outre son altitude inférieure à 0 - ce qui nécessitera le pompage des eaux lors de sa mise en valeur au XVII^e siècle - est totalement dépourvue de tourbe alors que celle-ci est présente sur le pourtour. Cette situation a longtemps été expliquée par l'exploitation de la tourbe qui serait intervenue aux XII^e et XIII^e siècles, ce qui impliquait aussi

l'existence initiale d'une tourbière bombée importante uniquement à cet endroit de la plaine maritime. Les données détaillées montrent au contraire que la tourbe n'a pu exister à l'emplacement des Moères et que la région est restée constamment sous l'influence marine directe par l'intermédiaire d'un chenal de marée situé au Nord-Ouest. Par contre, les Petites Moères, au Sud d'Uxem, mises en valeur également au XVIIe siècle, pourraient correspondre à une zone où la tourbe a été entièrement exploitée.

Mzb. Assise de Dunkerque. Le terme *d'Assise de Dunkerque* a été proposé par G. Dubois (1924) pour désigner les dépôts limono-sableux ou argileux marins (sables à *Cardium* et argiles de polders à *Scrobicularia*), considérés comme postérieurs au IIIe siècle après J.C. qui recouvrent la tourbe de surface et caractérisés par la présence de *Mya arenaria* dans la région de Dunkerque. En fait, cette espèce est d'introduction tardive (XVI-XVIIe siècles) et les dépôts de Dunkerque débutent avec le Subatlantique (environ 2 800 BP ; transgression Dunkerque I). Ces premiers dépôts s'étendent largement à l'intérieur, dans la partie occidentale de la feuille, au niveau des anciens estuaires (Enna, Colme) et des ruptures intervenues dans l'alignement des cordons anciens. Ils se réduisent à l'Est de la feuille à la zone située au Nord du cordon ancien de Ghyvelde - Adinkerke.

Après l'importante occupation gallo-romaine de la plaine maritime, l'extension maximum de la sédimentation marine est attribuée à la transgression Dunkerque II (IVe-VIIe siècles après J.C.). Elle déborde les dépôts antérieurs vers le Sud de la plaine et détermine une zone de Pléistocène recouvert directement par une mince couche de sédimentation marine au-delà de la zone tourbeuse.

En général sablo-limoneux, parfois plus argileux, les dépôts de Dunkerque ont une épaisseur moyenne de 1 à 3 m qui peut être plus importante dans la zone littorale restée constamment marine et au niveau de chenaux très érosifs. A l'Est du canal de Bergues, les chenaux sableux ont déterminé, par tassement différentiel, un relief inversé qui a été exploité pour l'installation des routes. Vers l'Ouest de la feuille, se développe, en fonction des faciès, un relief plus complexe de dômes (en particulier bancs sableux d'Armbouts-Cappel et de Spycker) et de cuvettes, en raison de l'imbrication des systèmes de chenaux des différentes phases transgressives.

A partir du IXe siècle après J.C., la plaine maritime a été progressivement aménagée par l'édification de digues qui délimitent les territoires conquis sur la mer (salines, polders). Cette conquête a été ponctuée par des ruptures locales des digues et des cordons (Dunkerque III, IX-XIIe siècles après J.C.) qui se manifestent dans les tracés (par exemple, au SE de Leffrinckoucke) et par des dépôts argileux tardifs. Elle s'est terminée par la fermeture des zones estuariennes (Gersta au Nord de Bergues, Denna au Nord de Bourbourg). Le Port Rapide a été créé au point 00 les pouliers sableux renforcés de digues avaient fermé le débouché d'un bras de l'ancien Aa (Enna) en rejoignant le musoir de la pointe de Gravelines où affleuraient sur l'estran des dépôts de Wadden du Moyen Age.

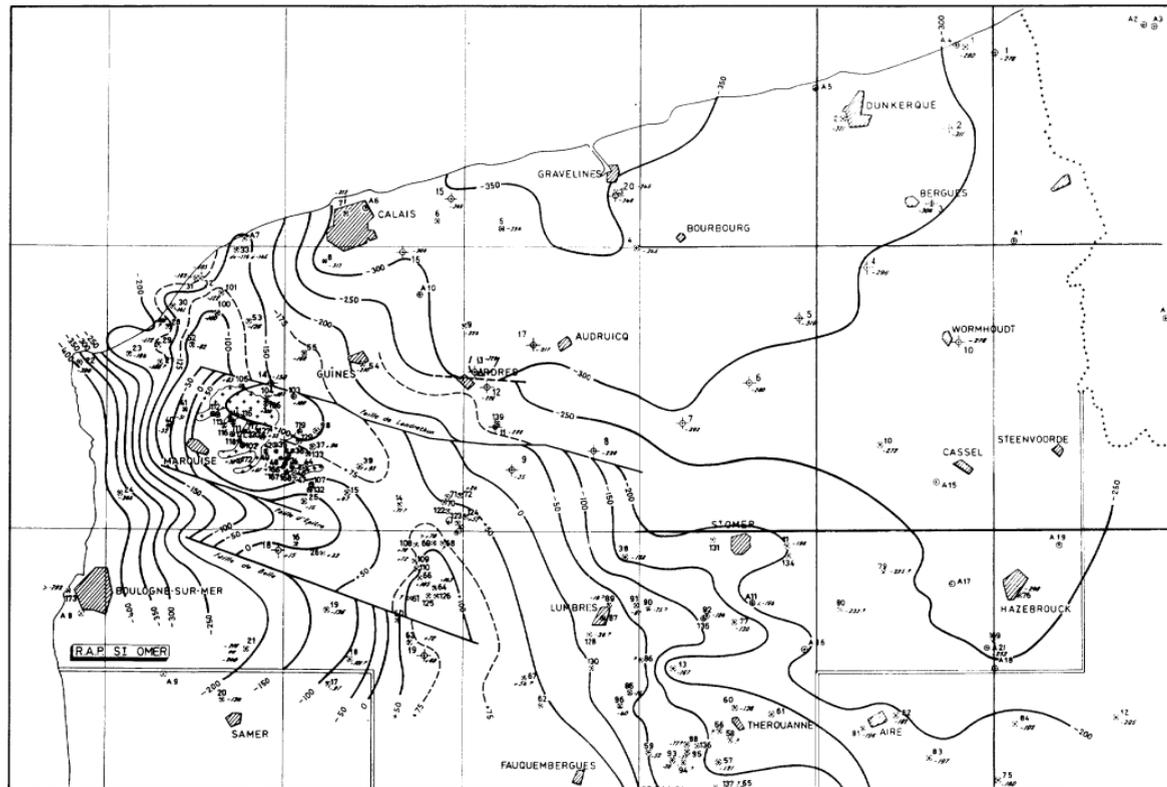


Fig. 1 - Isobathes du toit du Paléozoïque

Mzbd. Dunes et cordons littoraux sableux récents. Les cordons et dunes récents correspondent aux stades d'édification de la barrière côtière depuis les derniers siècles du Moyen Age. Entre la pointe de Gravelines et Dunkerque, plusieurs cordons sableux peu élevés s'allongent parallèlement en avant des alignements anciens. Par contre, à l'Est de Dunkerque, le littoral actuel est en retrait ou coïncide avec le littoral ancien. Le massif dunaire, plus élevé et complexe (dunes longitudinales et paraboliques) est formé de sables jaunâtres récents, à intercalations humiques, qui surmontent et débordent des sables dunaires anciens grisâtres à couches tourbeuses, mis en place depuis le début du Subatlantique. Les cordons médiévaux et post-médiévaux ont livré la faune suivante : *Nassa reticulata*, *Purpura lapillus*, *Buccinum undatum*, *Hydrobia ulvae*, *Murex erinaccus*, *Natice*, *Littorine*, *Trochus*, *Scalaria communis*, *Utricules* avec *Cardium edule*, *Macoma balthica*, *Donax vittatus*, *Maetra subtruncata*, *Mytilus edulis*, *Ostrea edulis*, *Barnea candida*, *Arca lactea*, *Echinocyamus pusillus* (selon G. Dubois).

Dépôts actuels d'estran. La répartition de ces dépôts, qui correspondent aux plages actuelles, peut varier dans le temps avec les modifications artificielles de la côte. Les sables sont figurés d'origine sur le fond topographique IGN.

X. Remblais. Le développement de la zone portuaire et industrielle de Dunkerque a profondément modifié la configuration littorale et le dispositif morpho-sédimentaire naturels dont les éléments les plus représentatifs ont été figurés sur la carte.

STRUCTURE ET TECTONIQUE

Au niveau du socle primaire, le territoire de la feuille se situe intégralement en pays silurien. La surface paléozoïque s'enfoncé progressivement d'Est en Ouest (- 300 m près de Bergues, - 350 m à Gravelines sur la feuille Calais), dessinant une vaste dépression centrée sur Gravelines (fig. 1).

Au toit du Crétacé (fig. 2), on retrouve sensiblement la même disposition, avec une zone déprimée toujours centrée sur la région de Gravelines, mais légèrement décalée vers l'Est.

En ce qui concerne la tectonique, le trop petit nombre de points d'observation ne permet guère de s'en faire une idée. On notera la grande variété des pendages relevés dans le Silurien pour "ensemble de la Flandre ; souvent très forts mais parfois faibles (de l'ordre de 30°) à très faibles (< 10°).

RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS

HYDROGÉOLOGIE

Comme celui de la Flandre dans sa quasi totalité, le territoire de la feuille Dunkerque - Hondschoote est très pauvre en eaux souterraines. C'est la raison pour laquelle l'alimentation en eau potable de l'agglomération dunkerquoise est réalisée à partir d'ouvrages à la *nappe de la craie* situés beaucoup plus au Sud, en limite d'extension du bassin tertiaire.

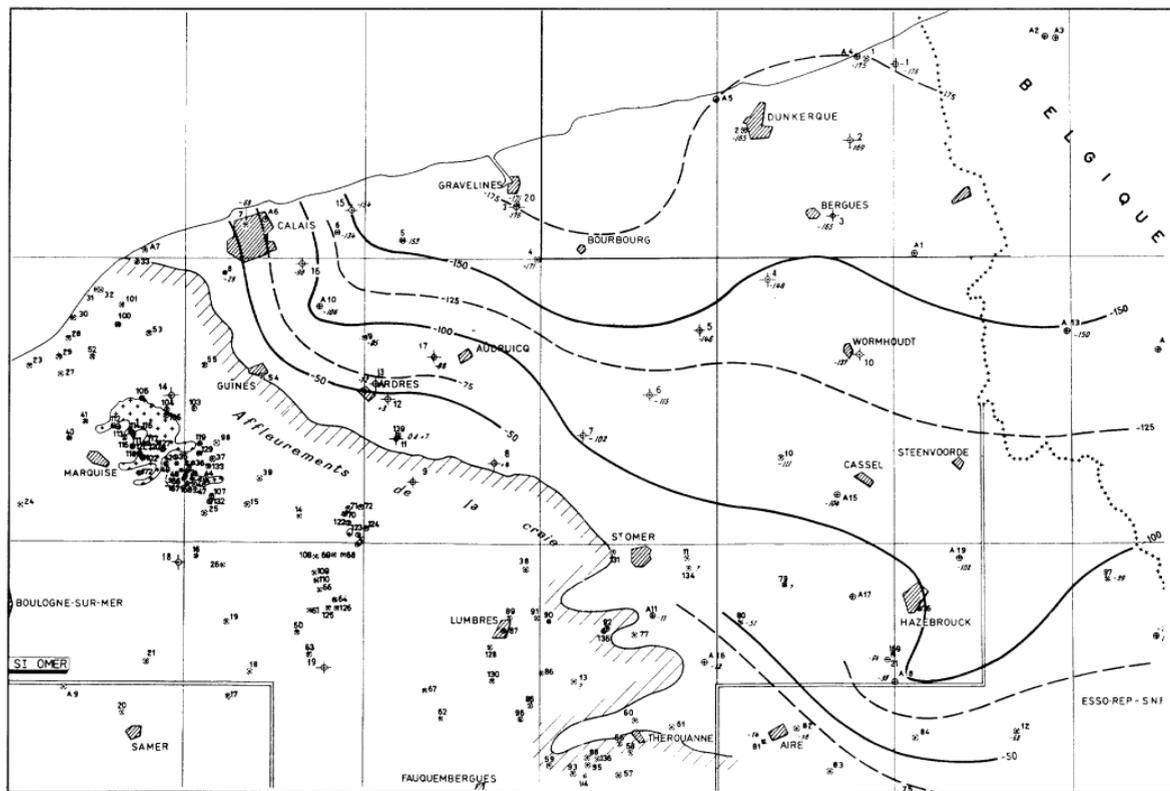


Fig. 2 - Isobathes du toit du Crétacé

Protégée des phénomènes d'altération par l'épaisse couverture de terrains tertiaires, la craie ne constitue pas un réservoir intéressant. Les quelques tentatives d'exploitation de la nappe remontent au 19^e siècle et les forages correspondants sont abandonnés depuis longtemps.

La *nappe des sables landéniens*, qui s'appuie sur les niveaux argileux de la base de l'étage, est un peu b l'image de celle de la craie : très profonde pour une productivité et une qualité médiocres, sans compter les risques d'ensablement liés à la finesse des sables. Les rares ouvrages qui ont essayé de l'exploiter sont également abandonnés.

La *nappe des sables quaternaires*, dont le support imperméable est constitué par l'argile yprésienne, est exploitée en quelques points pour les besoins de l'industrie. Là encore, les utilisateurs sont confrontés à des problèmes de productivité et de qualité (vulnérabilité à la pollution, proximité du biseau salé), en partie compensés par la faible profondeur des ouvrages.

SUBSTANCES UTILES ET CARRIÈRES

Seuls les sables holocènes font encore l'objet d'une exploitation, au demeurant limitée (Teteghem). Ces sables à grain fin sont utilisés essentiellement en technique routière, pour l'édification des remblais.

Les briqueteries locales, qui produisaient naguère les briques jaunes si caractéristiques à partir de la couverture limono-sableuse, ont cessé toute activité depuis quelques temps déjà. Quant à l'exploitation de la tourbe, elle n'est plus qu'un lointain souvenir.

DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES

On trouvera des renseignements géologiques complémentaires et en particulier un itinéraire dans le **Guide géologique régional : Région du Nord, Flandre, Artois, Boulonnais, Picardie, Bassin de Mons**, 1973, Masson, Paris – *itinéraire 4* : coupe du Crétacé et du Quaternaire de Wissant à Sangatte.

COUPES RÉSUMÉES DES SONDAGES

Elles font l'objet du tableau 1.

BIBLIOGRAPHIE

- AMERYCKX J.P. (1961) - La genèse des polders maritimes belges. *De Aardrijkskunde*, 13, 1, p. 3-16.
AMERYCKX J.P. (1978) - De Moeren : historisch geografische schets. *Het Ingenieurs-blad*, 47, 9, p. 221-222.

TABLEAU 1 - COUPES RÉSUMÉES DES SONDAGES

| Indice national | Objet | Altitude NGF | Épaisseur du Quaternaire en m | Cote du toit des formations traversées | | | | | Profondeur finale | Références |
|-----------------|-------|--------------|-------------------------------|--|-----------|--------------|--------------|----------|-------------------|---|
| | | | | Yprésien | Landenien | Crétacé sup. | Crétacé inf. | Primaire | | |
| 3.2.13 | | 3,5 | 31 | -27,5 | | | | | 40 | |
| 3.2.16 | | 2 | 30 | -28 | | | | | 46 | |
| 3.2.18 | | 2 | 29 | -27 | | | | | 29,2 | |
| 3.2.20 | | 6 | 33 | -27 | | | | | 37,7 | |
| 3.2.30 | | 3 | 30 | -27 | | | | | 32 | |
| 3.2.36 | | -9,15 | 13 | -22 | | | | | 14 | |
| 3.2.46 | | 3 | 33,5 | -30,5 | | | | | 33,5 | |
| 3.2.84 | | 5,5 | 31,6 | -26 | | | | | 40,7 | |
| 3.2.85 | | 2 | 32 | -30 | -119 | | | | 138 | |
| 3.3.1 | E | 5,3 | 33,7 | -28,5 | -116 | | | | 165 | |
| 3.3.36 | | 1,3 | 30 | -29 | | | | | 38,65 | |
| 3.3.56 | | 4 | 29 | -25 | | | | | 30 | |
| 3.3.80 | | 2 | 25 | -23 | | | | | 28,5 | |
| 3.3.84 | | 4 | 23,2 | -19,2 | | | | | 27 | |
| 3.3.160 | | 3,5 | 25 | -21,5 | | | | | 27,6 | |
| 3.3.192 | E | + 4 ? | 26,5 | -22,5 ? | -124 ? | | | | 128 | DUBOIS. Rue Marengo - Dunkerque |
| 3.3.193 | E | 5 ? | 36 | -31 ? | | | | | 116,6 | (MEUCY) DUBOIS. Prison Dunkerque |
| 3.4.15 | H | 3,5 | 36 | -32,5 | -126,5 | -175 | | -289,5 | 443 | Sondage de Bray-Dunes (OLRY) |
| 3.4.41 | | 2 | 22 | -20 | | | | | 28 | GOSSELET |
| 3.4.42 | E | 6 | 35 | -29 | -123 | -170 | | | 260 | Sanatorium Zuydcoote DUBOIS |
| 3.4.47 | | 2 | 23 | -21 | | | | | 24 | |
| 3.5.63 | | 2 | 15,5 | -13,5 | | | | | 20 | |
| 3.5.64 | | 2 | 32 | -30 | | | | | 35 | |
| 3.5.70 | | 2 | 28,5 | -26,5 | | | | | 29 | |
| 3.5.81 | | 2 | 16,5 | -14,5 | | | | | 24 | |
| 3.5.82 | | 2 | 16,5 | -14,5 | | | | | 24 | |
| 3.5.83 | | 2 | 21 | -19 | | | | | 24 | |
| 3.5.84 | | 2 | 31 | -29 | | | | | 31,1 | |
| 3.5.85 | | 2 | 21 | -19 | | | | | 22 | |
| 3.5.86 | | 2,5 | 28,5 | -26 | | | | | 30 | |
| 3.5.87 | | 4 | 29,5 | -25,5 | | | | | 32 | |
| 3.5.88 | | 4 | 29 | -25 | | | | | 31 | |
| 3.5.89 | | 2 | 27,5 | -25,5 | | | | | 28,8 | |
| 3.5.91 | | 3 | 28 | -25 | | | | | 30 | |
| 3.5.97 | | 2,5 | 18,5 | -16 | | | | | 20,5 | |
| 3.5.99 | | 2 | 28 | -26 | | | | | 29,5 | |
| 3.5.101 | | 2 | 28,5 | -26,5 | | | | | 29,25 | |
| 3.5.105 | | 2 | 28,5 | -26,5 | | | | | 29 | |
| 3.5.106 | | 2 | 26 | -24 | | | | | 27 | |
| 3.5.108 | | 2 | 29 | -27 | | | | | 30,5 | |
| 3.5.109 | | 2 | 26 | -24 | | | | | 26,5 | |
| 3.5.111 | | 2 | 21 | -19 | | | | | 23 | |
| 3.5.112 | | 2 | 27 | -25 | | | | | 27,9 | |
| 3.5.113 | | 2 | 27 | -25 | | | | | 29,55 | |
| 3.5.115 | | 2,5 | 29,5 | -27 | | | | | 30,7 | |
| 3.5.116 | | 2 | 28 | -26 | | | | | 28,6 | |
| 3.5.117 | | 2 | 20 | -18 | | | | | 23,6 | |
| 3.5.118 | | 2 | 26 | -24 | | | | | 27,35 | |
| 3.5.119 | | 2 | 24,5 | -22,5 | | | | | 25 | |
| 3.5.120 | | 2 | 21 | -19 | | | | | 21,7 | |
| 3.5.121 | | 2,5 | 26,5 | -24 | | | | | 26,15 | |
| 3.5.123 | | 2,5 | 28,5 | -26 | | | | | 29,5 | |
| 3.5.124 | | 4 | 31 | -27 | | | | | 32,1 | |
| 3.5.126 | | 2,5 | 29,5 | -27 | | | | | 30 | |
| 3.5.127 | | 2,5 | 32 | -29,5 | | | | | 32,45 | |
| 3.5.128 | | 2 | 28,5 | -26,5 | | | | | 29,6 | |
| 3.5.131 | | 1,5 | 16 | -14,5 | | | | | 20,4 | |
| 3.5.132 | | 2 | 22,5 | -20,5 | | | | | 24,35 | |
| 3.5.134 | | 2 | 18,5 | -16,5 | | | | | 21,4 | |
| 3.5.135 | | 2,5 | 30 | -27,5 | | | | | 30,75 | |
| 3.5.136 | | 2 | 34,5 | -32,5 | | | | | 36,35 | |
| 3.5.154 | | 3 | 31 | -28 | | | | | 33,9 | |
| 3.5.161 | | 3 | 33 | -30 | | | | | 36,7 | |
| 3.5.164 | | 5 | 28,5 | -26 | | | | | 32 | |
| 3.5.177 | | 2 | 18 | -16 | | | | | 19 | |
| 3.5.185 | E | 2,5 | 23 | -20,5 | -108,5 | -160 | | | 214 | Sondage de BOURGOURG-VILLE. GOSSELET (ASGN), DUBOIS |
| 3.6.37 | | 2,5 | 27 | -24,5 | | | | | 28 | |
| 3.6.39 | | 2 | 21,5 | -19,5 | | | | | 28 | |
| 3.6.43 | | 4 | 31,5 | -27,5 | | | | | 51 | |
| 3.6.46 | | 3,5 | 28 | -24,5 | | | | | 30 | |
| 3.6.66 | | 3,5 | 29,5 | -26 | | | | | 32 | |
| 3.6.92 | | 2 | 27 | -25 | | | | | 30 | |
| 3.6.110 | | 2 | 20 | -18 | | | | | 19,6 | |
| 3.6.113 | | 2 | 17,5 | -15,5 | | | | | 19,5 | |
| 3.6.134 | | 3 | 30 | -27 | | | | | 32 | |
| 3.6.205 | | 2 | 30 | -28 | | | | | 31 | |
| 3.6.271 | | 2,5 | 28 | -25,5 | | | | | 32 | |
| 3.6.275 | | 2 | 28,5 | -26,5 | | | | | 30 | |
| 3.6.276 | | 4 | 29 | -25 | | | | | 29,1 | |
| 3.6.279 | | 1,5 | 29,5 | -28 | | | | | 30 | |
| 3.6.280 | | 1,5 | 16 | -14,5 | | | | | 22 | |

TABLEAU 1 - COUPES RÉSUMÉES DES SONDAGES (suite)

| Indice national | Objet | Altitude NGP | Epaisseur Quaternaire en m | Cote du toit des formations traversées | | | | | Profondeur finale | Références |
|-----------------|-------|--------------|----------------------------|--|-----------|--------------|--------------|----------|-------------------|---------------------------------|
| | | | | Yprésien | Landenien | Crétacé sup. | Crétacé inf. | Primaire | | |
| 3.6.281 | | 1,5 | 27 | -25,5 | | | | | 29 | |
| 3.6.282 | | 1 | 17 | -16 | | | | | 21 | |
| 3.6.283 | | 1 | 19,5 | -18,5 | | | | | 23 | |
| 3.6.284 | | 1,5 | 19,5 | -18 | | | | | 28 | |
| 3.6.285 | | 1,5 | 25 | -23,5 | | | | | 27 | |
| 3.6.286 | | 1 | 17 | -16 | | | | | 22 | |
| 3.6.287 | | 2 | 16 | -14 | | | | | 20 | |
| 3.6.290 | | 2 | 28,5 | -26,5 | | | | | 30 | |
| 3.6.406 | | 1,5 | 29 | -27,5 | | | | | 30 | |
| 3.6.415 | | 3 | 28,5 | -25,5 | | | | | 30 | |
| 3.6.435 | | 2,5 | 31 | -28,5 | | | | | 32,5 | |
| 3.6.444 | | 5 | 26,5 | -21,5 | | | | | 31,5 | |
| 3.6.449 | | 2 | 20 | -18 | | | | | 25,5 | |
| 3.6.466 | | 2,5 | 28 | -25,5 | | | | | 28,3 | |
| 3.6.528 | | 2 | 10 | -8 | | | | | 12 | |
| 3.6.539 | | 6 | 33 | -27 | | | | | | |
| 3.7.2 | | 1 | 12,5 | -11,5 | | | | | 15 | |
| 3.7.5 | | 2 | 7 | -5 | | | | | 8 | |
| 3.7.6 | | 3 | 30,5 | -27,5 | | | | | 31 | |
| 3.7.25 | | 1 | 10 | -9 | | | | | 12 | |
| 3.7.26 | | 1,5 | 5 | -3,5 | | | | | 11 | |
| 3.7.27 | | 2 | 5 | -3 | | | | | 15 | |
| 3.7.29 | | 1,5 | 7 | -5,5 | | | | | 15 | |
| 3.7.31 | | 1,5 | 17,5 | -16 | | | | | 18 | |
| 3.7.59 | | 2 | 27,5 | -25,5 | | | | | 29 | |
| 3.7.64 | | 4 | 33 | -29 | | | | | 36 | |
| 3.7.121 | | 4 | 27 | -23 | | | | | 29 | |
| 3.7.126 | | 2,5 | 19,5 | -17 | | | | | 26 | |
| 3.7.163 | | 1,5 | 18 | -16,5 | | | | | 21 | |
| 3.7.164 | | 1 | 14,5 | -13,5 | | | | | 21 | |
| 3.7.166 | | 1 | 11,5 | -10,5 | | | | | 14 | |
| 3.7.167 | | 1 | 14,5 | -13,5 | | | | | 20 | |
| 3.7.170 | | 1 | 10,5 | -9,5 | | | | | 20,6 | |
| 3.7.171 | | 1 | 11,5 | -10,5 | | | | | 19,9 | |
| 3.7.175 | | 1 | 16,5 | -15,5 | | | | | 18 | |
| 3.7.177 | | 1 | 16,5 | -15,5 | | | | | 19,5 | |
| 3.7.179 | | 2 | 18,5 | -16,5 | | | | | 23,4 | |
| 3.7.180 | | 1 | 13,5 | -12,5 | | | | | 22 | |
| 3.7.239 | | 0 | 15 | -15 | | | | | 17 | |
| 3.7.316 | | 1 | 7,5 | -6,5 | | | | | 12 | |
| 3.7.320 | | 1 | 18 | -17 | | | | | 19 | |
| 3.7.321 | | 2,5 | 16 | -13,5 | | | | | 18,5 | |
| 3.7.333 | | 2,5 | 28,5 | -26 | | | | | 30 | |
| 3.7.336 | E | 1,25 | | | -114 | | | | 125 | |
| 3.7.337 | | 2 | 18 | -16 | | | | | 19 | |
| 3.7.349 | | 3 | 26,5 | -23,5 | | | | | 28,45 | |
| 3.7.352 | | 1 | 14,5 | -13,5 | | | | | 18 | |
| 3.7.353 | | 2 | 15 | -13 | | | | | 17 | |
| 3.7.361 | H | 3 | 36,6 | -33,6 | ? | -164,3 | | | 325 | Sondage de Petite-Synthe (OLRY) |
| 3.8.2 | P | 0,5 | 21 | -20,5 | -120,5 | -168,5 | | -320 | 348,6 | Core-drill RAP n°4 |
| 3.8.3 | P | 5 | ? | | -121 | -165 | | -304 | 334 | Core-drill RAP n°3 |
| 3.8.4 | | 0,5 | 14,5 | -14 | | | | | 16 | |
| 3.8.7 | | 2 | 8 | -6 | | | | | 13 | |
| 3.8.19 | | 2 | 16 | -14 | | | | | 19 | |
| 3.8.20 | | 3 | 18 | -15 | | | | | 24 | |
| 3.8.37 | | 0 | 6 | -6 | | | | | 11 | |
| 3.8.38 | | 0 | 8 | -8 | | | | | 20 | |
| 3.8.39 | | 1 | 13 | -12 | | | | | 15 | |
| 3.8.40 | | 1 | 14 | -13 | | | | | 21 | |
| 3.8.41 | | 1 | 16 | -15 | | | | | 18 | |
| 3.8.42 | | 1 | 19,5 | -18,5 | | | | | 22 | |
| 3.8.43 | | 1 | 15,5 | -14,5 | | | | | 18 | |
| 3.8.46 | | 2 | 3 | -1 | | | | | 18 | |
| 4.1.16 | P | 2 | 33 | -31 | -129 | -176 | | -278 | 311,9 | Core drill RAP n°1 |
| 4.5.2 | | 1,5 | 4,5 | -3 | | | | | 5 | |
| 4.5.3 | | 2,5 | 2 | 0,5 | | | | | 3 | |
| 4.5.9 | E | 19,5 | 9 | +10,5 | -125 | -171 | | | 181 | |
| Belgique | | | | | | | | | | |
| 35 W 164 | | 3,5 | | -30 | | | | | | |
| 35 E 148 | | 2 | | -29,5 | | | | | | |
| 35 E 150 | | 9 | | -29 | | | | | | |
| 50 W 44 | | 1 | | -29 | | | | | | |
| 50 W 45 | | 0 | | -27 | | | | | | |
| 50 W 46 | | -0,5 | | -22 | | | | | | |
| 50 W 47 | | -1,5 | | -17,5 | | | | | | |
| 50 E 133 | | 2 | | ? | ? | ? | | -289 | | |
| 50 E 209 | | 1 | | -15 | | | | | | |
| 50 E 210 | | 1 | | -25,5 | | | | | | |
| 50 E 213 | | 2 | | -26 | | | | | | |
| 65 E 70 | | 7 | | +5 | -122 | | | | | |

E = eau H = houille P = pétrolier Lorsque l'objet n'est pas indiqué, il s'agit d'un sondage de reconnaissance.

BAETEMAN C. (1978) - New evidences on the marine Holocene in the western belgian coastal plain. *Bull. Soc. belge Géologie*, 87, 1, p. 49-54.

BAETEMAN C. (1981) - De Holocen ontwikkeling van de Westelijke Kustvlakte (België). Proefschrift, 297 p., Brussel.

BAETEMAN C. (1981) - An alternative classification and profile type map applied to the Holocen deposits of the Belgian coastal plain. *Bull. Soc. belge Géologie*, 90, 4, p. 257-280

BAETEMAN C., VERBRUGGEN C. (1979) - A new approach to the evolution of the so called surface peat in the western coastal plain of Belgian. *Prof. paper*, 11, 167, 21 p., Brussel.

BAETEMAN C. (1985) - Development and Evolution of Sedimentary Environnements during the Holocene in the western coastal Plain of Belgium. *Eiszeitler U. Gegenwart*, 35, p. 23-32.

BAETEMAN C. (1985) - The origin of de Moeren. *In* : Recent trends in physical geography in Belgium, Liber amicorum Prof. Dr. L. Peeters. Study Series of the Vrije Universiteit Brussel, p. 31-44.

BAUDRY P. (1979) - L'Holocène récent sur la rive orientale de l'Aa. Etude et cartographie géomorphologique. Mém. Maîtrise Géogr. Lille, 237 p.

BLANCHARD R. (1906) - La Flandre, étude géographique de la plaine flamande en France, Belgique et Hollande. Lille, 530 p.

BLANCHARD R. (1916-1917) - L'origine des Moères de la plaine maritime flamande. *La Géographie*, XXXI, p.337-341.

BOULY DE LESDAIN (1912) - Compte rendu de la réunion extraordinaire annuelle de la Société géologique du Nord aux dunes internes de Ghyvelde le 16 juin 1912. *Ann. Soc. géol. Nord*, XLI, p. 161-170.

BRIQUET A. (1930) - Le littoral du Nord de la France et son évolution morphologique. Paris, 439 p.

CFP (M), COPESEP, RAP, SNPA (1965) - Contribution à la connaissance des bassins paléozoïques du Nord de la France. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXV.

COQUE-DELHUILLE B. (1972) - Recherches sur les formations quaternaires et le modelé de la France maritime dunkerquoise. *Cah. Géogr. Phys. Lille*, 1, p. 45-63.

DEBRAY H. (1972) - Etude géologique et archéologique de quelques tourbières du littoral flamand et du département de la Somme. *Mém. Soc. Sc. Agr. Arts Lille*, 3ème série, XI, p. 433-486.

DEBRAY H. (1976) - Sur le terrain récent entre Bourbourg et Dunkerque. *Ann. Soc. géol. Nord*, III, p. 88-89.

- DE CEUNYNCK R. (1984) - A contribution to the study of dune deposits of the Belgian coastal plain. *Bull. Soc. belge Géologie*, 93, 3, p. 251-254.
- DELHUILLE B. (1970) - La plaine maritime dans la région de Dunkerque. Etude et cartographie géomorphologique. Mém. Maîtr. Géogr., Lille, 312 p.
- DELAYS L., LEBBE L., SLIGGERS C., SPAINK G., VAN STRIJDONCK M., VERBRUGGEN C. (1983) - Litho and biostratigraphical study of quaternary deep marine deposits of the western Belgian coastal plain. *Bull. Soc. belge Géologie*, 92, 2, p. 125-154.
- DEPUYDT F. (1966) - Analyse van de strand - en Duinsedimenten in the Belgische westhoek. *Acta Geographica Lovaniensia*, IV, p. 68-82.
- DOUXAMI H. (1912) - Sur l'âge des dunes de Ghyvelde. *Ann. Soc. géol. Nord*, XLI, p. 101-109.
- DUBOIS G. (1924) - Recherches sur les terrains quaternaires du Nord de la France. *Mém. Soc. géol. Nord*, VIII, 356 p.
- DUBOIS G. (1926) - Un recul local du littoral à Loon-Plage. *Ann. Soc. géol. Nord*, LI, p. 361-380.
- DUBOIS G. (1926) - Région littorale entre Gravelines et Mardick. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, XXXI, 166, p. 121-123.
- DUBOIS G. (1929) - La plaine maritime entre Bourbourg et Bergues. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, XXXIII, 176, p. 115.
- DUBOIS G. (1930) - Un kjökkenmödding dans l'argile poldérienne à Cappelle-la-Grande (Nord). *Ann. Soc. géol. Nord*, LV, p. 50-56.
- DUBOIS G. (1932) - La gersta de Bergues, les bancs de Coudekerque et les Moëres. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, XXXVI, 187, p. 89-90.
- GOSSELET J. (1883) - Observations sur les formations marines modernes du Port de Dunkerque. *Ann. Soc. géol. Nord*, X, p. 38-49.
- GOSSELET J. (1893) - Géographie physique du Nord de la France et de la Belgique : La plaine maritime. *Ann. Soc. géol. Nord*, XXI, p. 119-137.
- HEHANNUSSA P.E. (1977) - Stratigraphy of Warneton and Izenberge area. Mém. IFAQ, Vrije Univ. Brussel, 21 p.
- MASSON F.X. (1979) - Recherche sur les sols et leur cartographie dans la plaine maritime des wateringues du Nord et du Pas-de-Calais. Thèse Géol. Lille, 124 p.
- METTOS A. (1977) - Quaternary mapping of the SW part of West-Planders. Mém. IFAQ, Vrije Univ. Brussel, 21 p.
- MILLER G.H., MANGERUD J. (1985) - Aminostratigraphy of European marine interglacial deposits. *Quaternary Sciences Reviews*, 4, p. 215-278.

PAEPE R. (1956) - De kustvlakte tussen Duinkerken en de Belgische grens - Een fysichgeographische studie. Mém. Licence, Gand, 98 p.

PAEPE R. (1960) - La plaine maritime entre Dunkerque et la frontière belge. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, XXIX, p. 47-66.

PAEPE R. dir., (1977) - Southern shores of the North Sea (Continental excursion C17). Xe Congr. INQUA, Birmingham, 63 p.

PAEPE R., BAETEMAN C. (1979) - The Belgian coastal plain during the Quaternary. In : *The Quaternary history of the North Sea*. Acta Universitatis Upsaliensis, p. 143-146.

PAEPE R., SOMMÉ J. (1975) - Marine Pleistocene transgression along the Flemish coast (Belgium and France). Report I.G.C.P., Project 73/1/24 : Quaternary Glaciations in the Northern Hemisphere, 2, Prague, p. 108-116.

PAEPE R., VANHOORNE R. (1976) - The Quaternary of Belgium in its relationship to the stratigraphical legend of the geological Map. *Mém. Expl. Cartes Géol. Mm. Belg.*, 18, 38 p., 4 pl.

PRUDHOMME A.M. (1979) - Les formations superficielles de la plaine maritime dans la région de Brouckerque. Mém. compl. Maîtr. Lille, 6 p.

SARNTHEIM M., STREMMER H.E., MANGINI A. (1986) - The Holstein Interglaciation : Time-Stratigraphic Position and Correlation to Stable Isotope Stratigraphy of Deep Sea Sediments. *Quaternary Research*, 26, p. 283-298.

SERVANT J., BARTHES J.P. (1972) - Etude pédologique dans les wateringues. Secteur Guines - Ardres - Audiuck - Bourbourg. INRA, Montpellier, S.E.S., n° 165, 2 vol., 96 et 108 p., 2 cartes h.t.

SERVANT J., NAERT B. (1972) - Etude pédologique dans les wateringues - 4ème section du Nord et Moères. Secteur Dunkerque - Bergues - Hondshoote - Ghyvelde. INRA, Montpellier, S.E.S., n° 166, 2 vol., 86 et 110 p., 2 cartes h.t.

SERVANT J. (1973) - Les sols des wateringues du Nord et du Pas-de-Calais. INRA, Montpellier, 95 p., 1 carte h.t.

SOMMÉ J. (1969) - La plaine maritime. *Ann. Soc. géol. Nord*, LXXXIX, p. 117-126.

SOMMÉ J. (1975) - Les plaines du Nord de la France et leur bordure. Etude géomorphologique. Thèse, Paris, 2 vol., 810 p., 185 fig. h.t.

SOMMÉ J., PAEPE R., BAETEMAN C., BEYENS L., CUNAT N., GEERAERTS R., HARDY A.F., HUS J., JUVIGNE E., MATHIEU L., THOREZ J., VANHOORNE R. (1978) - La formation d'Herzeelle : un nouveau stratotype du Pléistocène moyen marin de la mer du Nord. *Bull. Ass. Fr. Et. Quat.*, 1-3, p. 81-149.

SOMMÉ J. (1979) - Quaternary coastlines in Northern France. *In : The Quaternary History of the North sea*. Acta Universitatis Upsaliensis, p. 147-158.

SPAINK G. (1979) - Molluskenonderzoek van enige monsters uit een tijdelijke ontsluiting te Loon-Plage, Frankrijk (Nord). Intern. rapport 1235, afd. Macropaleontologie Kaenozoicum, Rijks Geologische Dienst, Haarlem, 15 p.

TAUFIQ J. (1978) - Mapping of Pleistocene deposits in Herzeele area, North-West France. Mém. IFAQ, Vrije Univ. Brussel, 24 p.

TAVERNIER R. (1948) - L'évolution de la plaine maritime belge. *Bull. Soc. belge Géol.*, LVI, p. 332-343.

TAVERNIER R., HEIZELIN J. de (1962) - De Cardium-lagen van est-Vlaanderen. *Natuurwet Tijdschr.*, 44, p. 49-58.

THOEN H. (1978) - De Belgische Kustvlakte in de Romeinse Tijd. *Verh. Kon. Acad.*, 40, 88, 225 p.

VANHOORNE R., DELAYS L. (1987) - Further paleobotanical data on the Herzeele Formation (Northern France). *Bull. Ass. Fr. Et. Quat.*, 1, p. 7-18.

Autres documents consultés

- Carte géologique détaillée de la France à 1/80 000 :

Calais - Dunkerque 1-2

Boulogne - Calais 1-3

- Archives du Service géologique régional du Nord-Pas-de-Calais, Lezennes, BRGM.

- Archives du Service géologique de Belgique, Bruxelles.

- Etudes pédologiques, Service régional de l'aménagement des Eaux, Nord-Pas-de-Calais, Lille.

DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES

La Banque de données du sous-sol du BRGM détient l'inventaire des sondages et autres travaux souterrains exécutés dans le périmètre de la feuille et archive régulièrement les nouveaux travaux. Ces documents peuvent être consultés au Service géologique régional Nord-Pas-de-Calais, Fort de Lézennes, Lézennes, 59260 Hellemmes-Lille, ou bien au BRGM, Maison de la Géologie, 77, rue Claude Bernard, 75005 Paris.

AUTEURS DE LA NOTICE

José LEPLAT, ingénieur géologue au BRGM et Jean SOMMÉ, professeur à l'Université des Sciences et Techniques de Lille Flandres-Artois, avec la collaboration de Roland PAEPE, géologue en chef, directeur au Service géologique de Belgique, professeur à Vrije Universiteit Brussel et Cécile BAETEMAN, géologue au Service géologique de Belgique, chargé de cours à Vrije Universiteit Brussel.

Toute référence en bibliographie au présent document doit être faite de façon suivante :

— pour la carte : LEPLAT J., SOMMÉ J., BAETEMAN C., PAEPE R. (1989) - Carte géol. France (1/50 000), feuille DUNKERQUE - HONDSCHOOTE (3) - Orléans : Bureau de recherches géologiques et minières.

Notice explicative par LEPLAT J., SOMMÉ J., BAETEMAN C., PAEPE R. (1989), 22 p.

— pour la notice : LEPLAT J., SOMMÉ : J., BAETEMAN C., PAEPE R. (1989) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille DUNKERQUE— HONDSCHOOTE (3) - Orléans : Bureau de recherches géologiques et minières, 22 p.

Carte géologique par LEPLAT J., SOMMÉ J., BAETEMAN C., PAEPE R. (1989).