



*Évolution géologique du système côtier picard  
entre Berck et Merlimont (62) au Quaternaire  
Scénarios géoprospectifs de l'évolution dunaire*

Étude réalisée avec les crédits de Service public et un cofinancement de l'ONF  
(opérations 97-E-111, 98-E-201 et 99-E-201)

avril 2000  
BRGM/RP-50039-FR





DOCUMENT PUBLIC

*Évolution géologique du système côtier picard  
entre Berck et Merlimont (62) au Quaternaire  
Scénarios géoprospectifs de l'évolution dunaire*

Étude réalisée avec les crédits de Service public et un cofinancement de l'ONF  
(opérations 97-E-111, 98-E-201 et 99-E-201)

*Rédigé sous la responsabilité de*

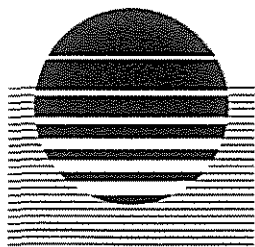
C. Vinchon

*avec la collaboration de*

J.C. Gourry, G. Farjanel, D. Hervieux, B. Van Vliet Lanoe, C. Baeteman

avril 2000

BRGM/RP-50039-FR



**BRGM**  
L'ENTREPRISE AU SERVICE DE LA TERRE

Mots clés : Quaternaire, Pléistocène, Holocène, Sédiments, Wadden, Estuaire, Dune, Comblement, Évolution du trait de côte, Transgression, Régression, Scénarios géoprospectifs.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Vinchon C. (2000) avec la collaboration de Gourry J.C., Farjanel G., Hervieux D., Van Vliet Lanoë B., Baeteman C. - Évolution géologique du système côtier picard entre Berck et Merlimont (62) au Quaternaire. Scénarios géoprospectifs de l'évolution dunaire. Rap. BRGM/RP-50039-FR, 89 p., 23 fig., 3 tabl., 3 ann.

© BRGM, 2000, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

## Synthèse

Cette étude a été entreprise dans le cadre d'une opération de Service public (97-E-111 – 98-E-201 et 99-E-201), cofinancée par le Ministère de l'Industrie, la Direction de la Recherche du BRGM, dans le cadre de son programme de recherche (PRD 216) et par la Direction Régionale Nord-Pas-de-Calais de l'Office National des Forêts.

L'objet de cette étude, dont le présent rapport donne les résultats et les enseignements, était d'aboutir à une meilleure connaissance de l'évolution géologique quaternaire du système côtier entre Berck et Merlimont, permettant, en intégrant la notion de temps, d'obtenir des éléments d'évaluation des risques liés au caractère évolutif du milieu dunaire.

En effet, la connaissance de l'évolution du système côtier au Quaternaire a permis de souligner l'évolution rapide et importante du trait de côte, depuis un paysage périglaciaire et fluvio-littoral au Pléistocène, vers l'installation de paysages de wadden et d'estuaires, dont le comblement progressif permet l'installation du système dunaire. L'identification des principaux facteurs d'évolution permet d'envisager, de façon prospective, ce que pourrait être l'évolution future de ce secteur côtier, si l'un ou l'autre de ces facteurs devenait prépondérant, (sans préjuger aucunement quel facteur peut être prépondérant dans le futur).

Pour obtenir cette connaissance, trois forages carottés selon une coupe NW-SE de Merlimont à Rang-du-Fliers, jusqu'au substratum crayeux, de façon à reconnaître les formations quaternaires sous-jacentes à la dune et aux marais de la plaine maritime. Un quatrième forage a été réalisé plus au sud, dans la ville de Berck, pour évaluer les variations de faciès de ces formations vers l'ancien estuaire de l'Arche.

Par ailleurs, une étude plus détaillée de la formation dunaire a été permise par une approche géophysique, calibrée par une campagne de forages tarières, qui a permis de reconnaître avec précision la distribution des différentes séquences sédimentaires tourbeuses et sableuses.

L'exploitation analytique de ces forages a été ciblée sur les trois premiers forages carottés, pour lesquels un échantillonnage assez détaillé a été réalisé. Dans la limite du budget de cette étude, l'analyse des échantillons n'est pas exhaustive mais permet cependant d'avoir une bonne approche des conditions paléogéographiques successives qui ont prévalu lors de la mise en place de ces sédiments. Les analyses ont porté sur la caractérisation pétrographique des sédiments et sur leur datation.

Au terme de ces deux phases du projet, on peut donc reconstituer les paysages successifs au cours du Quaternaire et identifier les facteurs d'évolution. Ceux-ci sont les variations du niveau de la mer, associées aux variations climatiques globales ou locales et à la néotectonique, la disponibilité d'un stock de matériel sableux, et son hydrodynamisme. Plus récemment la pression anthropique modifie le paysage.

## Sommaire

Introduction .....	9
<b>1. Contexte de l'étude .....</b>	<b>11</b>
1.1. Définition de la problématique .....	11
1.2. Bibliographie sur le Quaternaire.....	11
1.2.1. Le Pléistocène.....	12
1.2.2. L'Holocène ou Flandrien .....	12
1.3. Bibliographie sur le secteur concerné.....	13
<b>2. Méthodologie.....</b>	<b>17</b>
2.1. Campagnes de forages carottés.....	17
2.2. Géophysique et forages tarières.....	17
2.3. Etude lithostratigraphique et reconstruction géométrique.....	18
2.4. Echantillonnage et analyses.....	18
2.4.1. Caractérisation des sédiments.....	19
2.4.2. Datation des sédiments.....	19
2.5. Synthèse.....	20
<b>3. Résultats de terrain .....</b>	<b>21</b>
3.1. Forages carottés et forages tarières.....	21
3.1.1. Positionnement des forages .....	21
3.1.2. Déroulement des chantiers de forages.....	21
3.1.3. Description lithostratigraphique .....	24
3.2. Géophysique .....	32
3.2.1. Information sur la géométrie du biseau d'eau salée.....	32
3.2.2. Résultats des mesures par géoradar.....	33

3.3. Reconstitution géométrique.....	35
3.3.1. Ensemble quaternaire .....	35
3.3.2. Formation dunaire et Formation intermédiaire.....	42
<b>4. Approche analytique .....</b>	<b>49</b>
4.1. Caractérisations pétrographiques.....	49
4.1.1. Calcimétrie .....	49
4.1.2. Granulométrie.....	49
4.1.3. Minéralogie en diffraction aux rayons X.....	51
4.1.4. Exoscopie .....	55
4.1.5. Analyse pétrographique des séquences argileuses .....	61
4.2. Datations et paléoenvironnement .....	61
4.2.1. Palynologie.....	61
4.2.2. Géochronologie .....	64
<b>5. Interprétation des résultats.....</b>	<b>67</b>
5.1. Succession des paysages paléogéographiques.....	67
5.1.1. Configuration du soubassement crayeux. Dépôt de la formation à silex : paysage périglaciaire fluvio-littoral .....	67
5.1.2. Formation des sables pissards. Paysage de wadden dans lequel débouchent les estuaires de l'Airon et de l'Arche .....	68
5.1.3. Formation intermédiaire. Paysage de comblement de baie pour l'estuaire de l'Airon .....	71
5.1.4. Formation dunaire. Installation du système dunaire.....	73
5.2. Synthèse des paramètres de l'évolution du système côtier picard .....	79
5.2.1. Variations climatiques.....	79
5.2.2. Variations du niveau de la mer .....	79
5.2.3. Matériel sédimentaire et hydrodynamisme .....	80
5.2.4. Aménagement humain. Situation actuelle.....	81
5.3. Scénarios géoprospectifs de l'évolution du système côtier picard.....	81
5.3.1. Changements climatiques.....	82
5.3.2. Mouvements néotectoniques .....	83
5.3.3. Aménagements anthropiques.....	83

<b>6. Conclusion</b> .....	85
6.1. Synthèse des résultats géologiques.....	85
6.2. Enseignements de cette étude pour une politique de gestion du trait de côte .....	85
<b>Bibliographie</b> .....	87

## Liste des figures

Fig. 1 - Logigramme de l'étude.....	15
Fig. 2 - Position des forages sur le fond géologique (carte à 1/50 000) .....	22
Fig. 3 - Coupe lithologique et corrélations entre les forages M3, M2_2 et M1_2 .....	25
Fig. 4 - Coupe lithologique et corrélations entre M2_2 et B1 .....	27
Fig. 5 - Profil géoradar interprété de la dune bordière au sud de Merlimont .....	33
Fig. 6 - Exemple de repérage des horizons radar et calibration avec les forages tarières.....	36
Fig. 7 - Distribution des formations lithostratigraphiques. Interprétation. Coupe WNW-ESE (M3 -M1_2) .....	37
Fig. 8 - Distribution des formations lithostratigraphiques. Interprétation coupe N-S (M2-B1).....	39
Fig. 9 - Coupe W-E et corrélation des niveaux réflecteurs au géoradar dans la formation dunaire.....	43
Fig. 10 - Coupe N-S et corrélation des niveaux réflecteurs au géoradar dans la formation dunaire.....	44
Fig. 11 - Reconstitution par krigeage des différents horizons réflecteurs au géoradar de la formation dunaire .....	47
Fig. 12 - Reconstitution en 3D de la distribution des niveaux tourbeux réflecteurs dans la formation dunaire.....	48
Fig. 13 - Granulométrie des sables. Diagramme de Passéga (d'après Passéga, 1964) ..	52
Fig. 14a - Minéralogie dans le forage M2_2 .....	53
Fig. 14b - Minéralogie dans le forage 3.....	54
Fig. 15a - Exoscopie des quartz de la formation dunaire .....	56
Fig. 15b - Interprétation.....	57
Fig. 16 - Exoscopie des quartz de la formation des sables pissards .....	59
Fig. 17 - Exoscopie des quartz de la formation à silex.....	60
Fig. 18 - Diagramme palynologique du sondage M2b .....	63
Fig. 19 - Reconstitution du paysage entre Berck et Merlimont au début des dépôts pléistocènes .....	69
Fig. 20 - Reconstitution d'un paysage de wadden pendant le dépôt de la formation des sables pissards.....	72
Fig. 21 - Paysage de comblement d'estuaire pendant le dépôt de la formation intermédiaire.....	74

Fig. 22 - Installation de la dune primaire (début du dépôt de la formation dunaire).....75  
Fig. 23 - Progression de la formation dunaire (~150 ans) .....78

## Liste des tableaux

Tabl. 1 - Récupération du matériel carotté .....23  
Tabl. 2 - Calcimétrie.....50  
Tabl. 3 - Résultats des datations au <sup>14</sup>Carbone .....64

## Liste des annexes

(en volume séparé)

- Ann. 1 - Logs lithostratigraphiques des forages carottés et des forages tarières réalisés entre Berck et Merlimont  
Ann. 2 - Profils électriques et électromagnétiques dans l'ensemble dunaire  
Ann. 3 - Prélèvements et analyses réalisées

## **Introduction**

L'objet de cette étude, dont le présent rapport donne les résultats et les enseignements, était d'aboutir à une meilleure connaissance de l'évolution géologique quaternaire du système côtier entre Berck et Merlimont, permettant, en intégrant la notion de temps, d'obtenir des éléments d'évaluation des risques liés au caractère évolutif du milieu dunaire.

En effet, la connaissance de l'évolution du système côtier au Quaternaire permet de souligner l'évolution rapide et importante du trait de côte et d'identifier les facteurs d'évolution. Cela permet d'envisager, de façon prospective, ce que pourrait être l'évolution future de ce secteur côtier, si l'un ou l'autre de ces facteurs devenait prépondérant.

Cette étude a été entreprise dans le cadre d'une opération de Service public (97-E-111 - 98-E-201 et 99-E-201), cofinancée par le Ministère de l'Industrie, la Direction de la Recherche du BRGM, dans le cadre de son programme de recherche (PRD 216) et par la Direction Régionale Nord-Pas-de-Calais de l'Office National des Forêts.

Pour obtenir cette connaissance, trois forages carottés selon une coupe NW-SE de Merlimont à Rang-du-Fliers, jusqu'au substratum crayeux, de façon à reconnaître les formations quaternaires sous-jacentes à la dune et aux marais de la plaine maritime. Un quatrième forage a été réalisé plus au sud, dans la ville de Berck, pour évaluer les variations de faciès de ces formations vers l'ancien estuaire de l'Arche.

Par ailleurs, une étude plus détaillée de la formation dunaire a été obtenue par une approche géophysique, calibrée par une campagne de forages tarières, qui a permis de reconnaître avec précision la distribution des différentes séquences sédimentaires tourbeuses et sableuses.

L'exploitation analytique de ces forages a été ciblée sur les trois premiers forages carottés, pour lesquels un échantillonnage assez détaillé a été réalisé. Dans le cadre de ce projet, l'analyse des échantillons n'a pas pu être faite de façon exhaustive mais permet cependant d'avoir une bonne approche des conditions paléogéographiques successives qui ont prévalu lors de la mise en place de ces sédiments. Les analyses ont porté sur la caractérisation pétrographique des sédiments et sur leur datation.

Au terme de ces deux phases du projet, on peut donc reconstituer les paysages successifs au cours du Quaternaire et identifier les facteurs d'évolution. On imagine alors quelle serait l'évolution future de ce secteur côtier, si l'un ou l'autre de ces paramètres devenait prépondérant.

# 1. Contexte de l'étude

## 1.1. DÉFINITION DE LA PROBLÉMATIQUE

Le site de l'étude, entre les estuaires de la Canche et de l'Authie, appartient au système côtier picard, au sens large. Dans sa partie nord, il est constitué, de la mer vers l'intérieur des terres, d'une dune bordière relativement mobile, d'une plaine interdunaire, zone humide aux associations végétales spécifiques et d'une arrière-dune plus stabilisée. A l'arrière de l'ensemble dunaire, s'étend la plaine maritime, tourbeuse, partiellement poldérisée ou aménagée en zone humide.

Le secteur de Berck ne présente, lui, qu'un seul cordon de dune, très étroit et urbanisé, en bord de mer, à l'ouest de Berck, s'épaississant en bordure nord de l'estuaire de l'Authie, malgré un effet érosif du musoir de l'estuaire de l'Authie. Ce cordon dunaire protège une plaine maritime très étendue, largement poldérisée et urbanisée.

La plaine maritime est limitée à l'est par une falaise crayeuse au profil arrondi, marquant un dénivelé d'une vingtaine de mètres. Cette falaise est bordée par un cordon discontinu à l'affleurement de galets de silex, exploité en carrière à Groffliers.

Le caractère très évolutif de ce secteur côtier et, notamment de l'ensemble dunaire composite au sud de Merlimont, sur lequel est implantée la réserve biologique de Merlimont, propriété de l'ONF, a motivé de nombreuses études, multidisciplinaires (géomorphologie, phytosociologie, hydrogéologie, pédologie), dans le cadre du programme européen LIFE 92-FR-013 coordonné par l'ONF. Au terme de ce projet, cette réserve avait été identifiée comme un « laboratoire », avec le choix d'une politique de gestion de « libre expression sous surveillance ». Cela doit permettre d'observer l'évolution du système côtier.

L'objet de la présente étude est d'apporter à ces différentes approches une dimension complémentaire, en introduisant la notion de temps et de succession de paysages à l'échelle du Quaternaire. Elle permet d'identifier les paramètres naturels et/ou anthropiques qui ont permis l'installation du système côtier actuel et d'envisager les possibilités d'évolution future selon la prépondérance de l'un ou l'autre de ces paramètres. Ces scénarios d'une évolution future devront permettre d'infléchir, à moyen terme, la politique de gestion de la réserve et de ses environs.

## 1.2. BIBLIOGRAPHIE SUR LE QUATÉNAIRE

Le Quaternaire correspond au dernier système géologique de l'ère cénozoïque et est découpé en 2 époques, le Pléistocène et l'Holocène (ou Flandrien).

Si on parle du Quaternaire par sa définition climatologique, il débute à -2,6 Ma, au Prétiglien par les premières glaciations alpines. Dans le Nord-Ouest de l'Europe, on

observe une succession de périodes froides (pérglaciaires ou glaciaires) et tempérées. La dernière période froide (Weichsélien, équivalent du Würm (alpin) ou Tardiglaciaire) se termine, il y a environ 10 000 ans. Les témoins de l'époque holocène sont alluviaux (Fz) ou marins (Flandrien).

### **1.2.1. Le Pléistocène**

La paléogéographie nord-européenne au Pléistocène est alternativement celle d'un paysage pérglaciaire, où domine le transport éolien de fines particules loessiques et de réseaux fluviaux incisés et érosifs, et d'un paysage plus tempéré où les réseaux fluviaux évoluent vers des systèmes fluviaux favorisant le dépôt d'alluvions. Ce type de paysage est notamment décrit à la fin du Pléistocène dans la vallée de la Somme par P. Antoine (1997).

Les alternances de glaciation et déglaciation génèrent à l'échelle du continent, des variations eustatiques du niveau de la mer.

D'après C. Pomerol (1973) le détroit du Pas-de-Calais est fermé depuis l'Eocène supérieur et se serait réouvert au Quaternaire moyen. J.P. Colbeaux *et al.* (1993) situe sa réouverture au Quaternaire ancien (1 Ma à 800 ka) d'après les datations faites dans la formation du Fart (Wissant). B. Van Vliet Lanoë *et al.* (1998) proposent l'hypothèse d'une ouverture discontinue du détroit depuis le début des glaciations, en relation avec les phénomènes d'isostasie (surcharge et tension tectonique liée au poids des glaciers).

Dans la région considérée, M. Ters *et al.* (1980) décrit dans le forage de Rue, au sud de notre secteur d'étude, dans la plaine maritime du Marquenterre, des séries continentales pérglaciaires, palustres ou marines, débutant au début de Weichsélien. Des sédiments littoraux attribués au Pléistocène moyen (Holsteinien) ont été étudiés, au nord du détroit du Pas-de-Calais, à Sangatte, et en Normandie (Tancarville), dans des secteurs considérés comme subsidés par rapport au détroit. Dans la plaine maritime flamande (carte géologique de Guines à 1/50 000) des dépôts marins sont attribués à l'Eémien.

Dans le secteur considéré, le littoral pléistocène est limité vers l'est par l'actuelle falaise de craie qui limite les plateaux de craie, alors entaillés par les grands fleuves de l'Authie et de la Canche ainsi que par un certain nombre de petits fleuves côtiers (A. Briquet, 1930).

### **1.2.2. L'Holocène ou Flandrien**

L'Holocène témoigne dans le Nord-Ouest de l'Europe de l'installation d'un climat tempéré, et d'une remontée progressive et saccadée du niveau de la mer : M. Ters (1973) décrit 7 épisodes successifs de progression du niveau de la mer, qu'elle attribue essentiellement à des phénomènes climatiques globaux. Ces différentes variations ont été retrouvées dans le forage de Rue, dans la Plaine du Marquenterre, au sud de notre secteur d'étude (M. Ters *et al.*, 1980).

Dans la plaine maritime flamande (cartes géologiques à 1/50 000 de Calais, Dunkerque et Guines) la succession des sables et galets des Pierrettes et les sables bleus pissards sont dénommés Assise de Calais (G. Dubois, 1924). 4 phases transgressives (Calais I à IV) y sont décrites entre 8 000 et 4 000 ans BP. Les sables et galets de Pierrettes constituent d'après les auteurs de la carte un cordon derrière lequel s'accumule la Tourbe supérieure (alternance de sable, tourbe et argiles) qui marque le passage à l'assise de Dunkerque (G. Dubois, 1924). L'âge de ce niveau serait diachrone depuis 6 500 et 2 800 BP. L'assise de Dunkerque désigne les dépôts limono-sableux et argileux déposés dans le système estuarien de l'Aa, et reflétant, d'après les auteurs de la carte les 4 phases transgressives de Dunkerque (de 0 à III) depuis 2 800 ans BP jusqu'à la fin du Moyen-Âge où la poldérisation anthropique de la plaine maritime a favorisé le colmatage de l'estuaire de l'Aa. Le système dunaire de la plaine maritime flamande se serait édifié à partir des derniers siècles du Moyen-Âge.

L. Denys et C. Baeteman (1995 et 1997) décrivent également, sur la base d'études lithologiques et des datations faites sur les tourbes holocènes, cette montée progressive de la mer sur la plaine maritime flamande.

Les sédiments, déposés dans un contexte littoral dominé par la marée et les houles, traduisent une très rapide transgression, au début de l'Holocène entre 9 500 et 9 000 ans BP et un ralentissement jusqu'à environ 6 500 ans BP, où la mer recouvre pratiquement l'ensemble de la plaine maritime. Jusqu'à 3 900 ans, il se forme essentiellement des dépôts de tourbe et d'argile dans un paysage de wadden, interrompus de quelques inondations marines. Aux environs de 3 900 ans la ligne de rivage est interne à l'actuelle, et dessine une baie dans la partie occidentale de la plaine. Depuis 3 900 ans BP, la ligne de rivage oscille de part et d'autre de la ligne de rivage actuelle, pour atteindre la configuration actuelle à 1 200 ans BP.

En domaine continental (vallée de la Somme) P. Antoine (1995) décrit une phase d'incision au début de l'Holocène (10 000 ans BP), puis un épisode de colmatation par des tourbières, et une phase incisive entre 6 000 et 5 500 ans suivie de la mise en place de limons organiques pouvant résulter de la déforestation néolithique.

### 1.3. BIBLIOGRAPHIE SUR LE SECTEUR CONCERNÉ

De nombreuses études ont été réalisées sur le secteur de la Réserve biologique de Merlimont. Elles se sont essentiellement intéressées à la dynamique dunaire, en abordant le secteur par l'image actuelle, sa morphologie (Y. Battiau Queney *et al.*, 1995, 1996), sa dynamique végétale (Y. Petit-Berghem, J.J. Dubois, 1995 ; F. Duhamel, 1996) et son hydrogéologie (B. Louche, 1996). La connaissance géologique du secteur, est, jusqu'à cette étude basée sur la comparaison avec les secteurs voisins sus-décrits (G. Dubois, 1924 ; A. Briquet, 1930 ; carte géologique de Montreuil), et l'étude hydrogéologique de B. Louche (1996).

La géomorphologie de l'ensemble dunaire de Merlimont (Y. Battiau Queney *et al.*, 1995, 1996) est la suivante : il est constitué d'une dune bordière, dont l'altitude du sommet

varie entre 15 et 20 m. Celle-ci traduit une dynamique éolienne importante vers l'intérieur des terres, malgré des mesures de stabilisation (de 1947 à 1971), traduisant le remaniement de sables de l'estran avec l'accumulation de foresets sableux (« pourrières ») en arrière-dune et le développement de couloir de déflation (« sifflement »). Le développement des formes paraboliques et de formes en chaudron (« caoudières ») à l'arrière de la dune bordière, partiellement végétalisées traduit le remaniement de celle-ci. Au sein de la dune bordière se développe temporairement des petits creux plus ou moins humides (« pannes ») alimentés par la nappe dunaire (B. Louche, 1996 ; B. Louche *et al.*, 1996) et dont la dynamique végétale est très rapide (F. Duhamel, 1995). La plaine interdunaire est largement végétalisée et a été historiquement maintenue en zones humides. Son altitude varie entre 6 et 9 m.

Le cordon dunaire interne, atteint une altitude de 40 m. Plusieurs cordons se superposent d'est en ouest. On y retrouve des anciennes formes paraboliques et des couloirs de déflations. Cependant les plantations réalisées depuis la dernière guerre ont considérablement participé à la fixation de cette arrière-dune. A. Briquet (1930) décrit ces cordons dunaires comme des dunes déplacées, depuis un littoral qui se trouverait, dans le secteur de la réserve, au droit de l'actuelle plaine interdunaire. Ce littoral, d'après A. Briquet correspondrait au musoir, au nord de l'ancien estuaire de l'Arche sur lequel serait implantée la ville de Berck.

En arrière de ce système dunaire, la plaine maritime des Bas-Champs est largement aménagée en zones humides. Son sol est à dominante tourbeuse.

Adossés au pied de la falaise crayeuse, quelques rares résidus de cordons de galets sont attribués au Pléistocène.

La falaise crayeuse est entaillée, à l'est de la réserve de Merlimont par deux petites vallées à Airon Saint-Vaast et à Rang-du-Fliers. La vallée de Rang-du-Fliers est actuellement sèche, tandis qu'un cours d'eau à faible débit coule au fond de la vallée d'Airon Saint-Vaast.

Les différents cours d'eau ont été artificiellement drainés vers l'Authie. L'Arche n'est plus actuellement qu'un petit courant à très faible débit, canalisé et débouchant en mer au nord de Berck (plage Bellevue).

L'étude hydrogéologique de B. Louche (1996) montre l'existence d'une nappe libre dunaire, très fluctuante, souvent proche de la surface topographique voire affleurante. Cette nappe témoigne d'une relation de drainance entre cet aquifère superficiel et l'aquifère de la craie, par l'intermédiaire d'un aquifère qu'elle considère comme un « aquaclude », dont la perméabilité est moindre et très discontinue en raison de sa lithostratigraphie. L'aquifère de la craie au droit du secteur considéré est très discontinu en raison de la configuration en panneaux effondrés du substratum crayeux.

L'étude qui fait l'objet de ce rapport a permis de préciser un certain nombre de ces points, notamment quant à la distribution des différents ensembles lithologiques, et quant à l'évolution du trait de côte lors de leur mise en place.

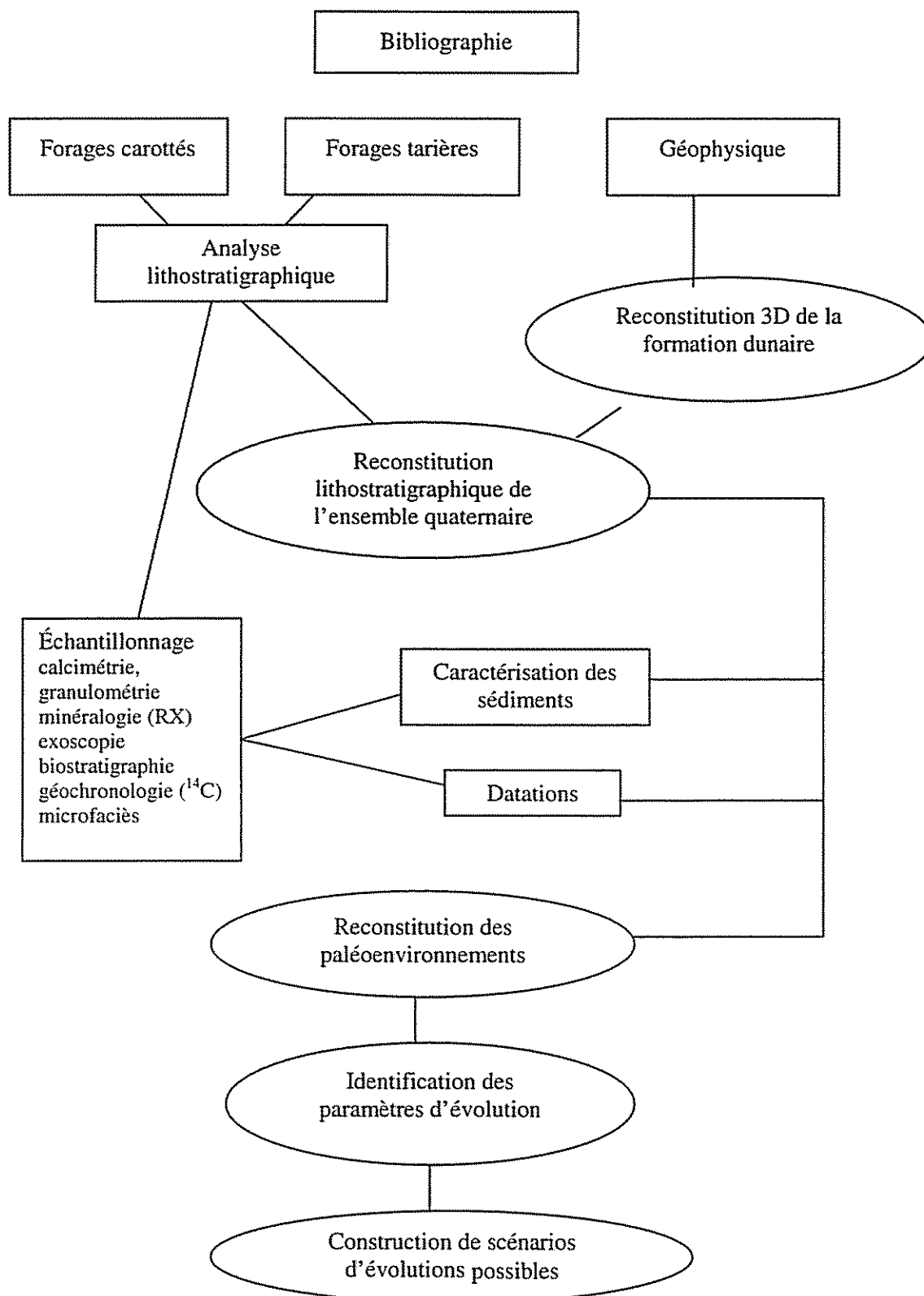


Fig. 1 - Logigramme de l'étude.

## 2. Méthodologie

La démarche de cette étude est de reconstruire sur la base d'acquisitions de données sur le terrain, par forages et en laboratoire, à la reconstruction géométrique et paléogéographique des séries quaternaires de l'ensemble côtier entre Berck et Merlimont.

### 2.1. CAMPAGNES DE FORAGES CAROTTÉS

Les forages carottés ont fait l'objet de deux campagnes successives, la première en juillet 1997 permettant de construire une coupe lithostratigraphique à travers l'ensemble quaternaire, du sud de Merlimont à Rang-du-Fliers, la seconde en juin 1998 pour compléter cette coupe par un forage latéral, dans la ville de Berck.

On a doublé, par un forage tarière (M1\_2), le forage M1\_1, qui avait donné en 1997 un très faible taux de récupération.

### 2.2. GÉOPHYSIQUE ET FORAGES TARIÈRES

Dans le cadre d'un projet de recherche et développement mené par le BRGM sur les outils géophysiques appliqués à la connaissance du milieu littoral, cette étude a été l'occasion de tester les outils électriques, électromagnétiques et radar. Ceux-ci ont permis de confirmer la géométrie du biseau salé approché par B. Louche (1996), et d'identifier dans la dune bordière et dans la plaine interdunaire des réflecteurs au sein de la formation dunaire.

La campagne géophysique de 1998 s'est alors focalisée sur cette formation, et 6 profils géoradar ont été réalisés dans la réserve biologique domaniale de la côte d'Opale, et dans les terrains mitoyens (Assistance Publique, terrains communaux).

Ces profils ont été calibrés par des forages à la tarière (sonde Bonne Espérance) qui ont permis d'identifier les réflecteurs comme étant des niveaux de tourbe ou de sables tourbeux, et de décrire avec précision la succession séquentielle de la formation dunaire et de la formation argileuse intermédiaire.

Les profils géoradar et ces forages ont permis de proposer un modèle en 3D de la distribution des séquences sédimentaires au sein de la formation dunaire.

### **2.3. ÉTUDE LITHOSTRATIGRAPHIQUE ET RECONSTRUCTION GÉOMÉTRIQUE**

Le suivi des forages a permis d'établir une première esquisse de la distribution des formations lithostratigraphiques quaternaires. Cette esquisse a été affinée, lors de l'ouverture des carottes et préalablement à leur échantillonnage.

Les carottes ont été ouvertes à l'aide du banc de découpe mis à disposition du BRGM par le Laboratoire de Sédimentologie et Géodynamique de l'USTL. L'observation détaillée des carottes des sondages M1\_1, M2\_1, M2\_2 et M3 a été faite en collaboration avec Brigitte Van Vliet Lanoë (Laboratoire de Sédimentologie et Géodynamique de l'USTL). Cette étude a permis de relever également un certain nombre de figures sédimentaires, indicatrices des milieux de sédimentation.

Le suivi des forages tarières a permis de compléter la connaissance de la formation dunaire dont la conservation des premiers mètres des forages carottés n'avait pas été possible (foration à sec sur 2,90 m). Des prélèvements ont été faits au fur et à mesure, de façon à avoir trace des différentes séquences sédimentaires traversées.

L'interprétation lithostratigraphique des forages a été reproduite avec l'outil log de WinGDM, et par corrélation latérale a permis la construction des coupes interprétatives.

### **2.4. ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSES**

L'échantillonnage pour analyses a été systématisé sur le forage M2\_2, en raison de sa qualité de récupération d'une part, mais également parce que la succession de séquences sédimentaires y était plus variée que dans le forage M3, également très bien récupéré. L'échantillonnage a été fait sur ce dernier en se basant sur la distribution des faciès plutôt que de façon systématique.

Le mode d'échantillonnage est spécifique à chaque type d'analyse.

Le nombre d'échantillons prélevés sur les forages carottés est, pour certaines analyses, largement supérieur aux analyses réellement réalisées dans l'enveloppe budgétaire du présent projet. De la même façon, les forages B1, M1\_2 et les forages tarières de calibration pour la géophysique ont fait l'objet de prélèvements conservatifs, mais ont été très peu exploités analytiquement.

Ce matériel est conservé, à la date de ce rapport, au BRGM Nord-Pas-de-Calais à Lézennes.

Les analyses ont été faites afin de caractériser pétrographiquement les sédiments et de leur attribuer un âge. Ces différentes analyses permettent de reconstituer les différents épisodes paléogéographiques et de caler ceux-ci par rapport aux différents événements connus au Quaternaire.

#### 2.4.1. Caractérisation des sédiments

L'échantillonnage pour la caractérisation des sédiments a été fait de façon à représenter les différentes séquences sédimentaires traversées, sur les trois forages M1\_1, M2\_2 et M3 de façon à pouvoir établir des comparaisons latérales. 46 échantillons ont subi une **calcimétrie** et un tamisage **granulométrique**, pour la fraction supérieure à 80 µm. 16 d'entre eux ont également été analysés par sédigraphe pour connaître le détail de la distribution granulométrique des fractions fines.

13 échantillons, choisis pour leur abondance en fraction fine, ont été analysés en **diffraction aux rayons X**. 10 d'entre eux ont été analysés en roche totale et pour leur fraction phylliteuse après séparation sédimentologique, 3 d'entre eux ont été analysés uniquement sur la fraction phylliteuse.

22 échantillons ont été prélevés pour une **étude des microfaciès** en lame mince. Ils ont été prélevés sur les portions de carottes où l'on pouvait observer des figures sédimentaires particulières et bien conservées, notamment organiques. Ce sont plus particulièrement les niveaux argileux ou argilo-silteux des sables pissards et la formation intermédiaire dans les forages M2\_2 et M3. L'étude est en cours et fera l'objet d'un complément à ce rapport.

Enfin l'analyse **exoscopique** des quartz (reconstitution de l'histoire sédimentologique des quartz par leur état de surface observée en microscopie électronique) d'une dizaine d'échantillons a permis d'apporter des éléments pour la reconstitution des événements paléogéographiques.

#### 2.4.2. Datation des sédiments

L'échantillonnage pour la **palynologie** a été réalisé en continu, par pas de 2,5 cm, sur le forage M2b, et beaucoup plus partiellement pour les autres forages. Seule une sélection de 34 échantillons ont été analysés au BRGM (G. Farjanel), pour rester dans le cadre du budget de cette opération. Cette méthode d'échantillonnage a été utilisée en raison du caractère exceptionnel du matériel, peu de séries quaternaires de ce type ayant été reconnues par carottage. Dans le cas d'une étude plus exhaustive de la palynologie de cet ensemble, cela permettrait de suivre avec précision l'évolution des associations palynologiques au cours du dépôt des séries et d'affiner les estimations d'âge et de paléoenvironnement.

Un échantillonnage complémentaire a été réalisé par V. Vergne (USTL, Département de Géographie des milieux anthropisés) sur les niveaux tourbeux traversés par les forages tarières dans la plaine maritime interdunaire. Les analyses sont en cours.

Par ailleurs, 7 échantillons ont été prélevés dans les niveaux tourbeux des forages carottés et des forages tarières pour réaliser des datations **géochronologiques au carbone 14** et les comparer aux données de la palynologie afin de caler les reconstitutions paléogéographiques à une échelle plus large du Quaternaire.

## **2.5. SYNTHÈSE**

Les différentes informations recueillies par ces analyses, recoupées avec l'analyse séquentielle qu'a permis l'étude lithostratigraphique permettent de reconstituer les différents paléoenvironnements qui ont prévalu lors du dépôt des formations quaternaires.

Cela permet d'identifier les principaux paramètres qui ont entraîné la modification et l'évolution de la configuration du système.

Sans préjuger aucunement de l'évolution possible de ces paramètres, on peut cependant imaginer, sur la base de l'évolution passée du système, l'influence qu'aurait sur la configuration actuelle de l'ensemble côtier picard, la prépondérance de l'un ou l'autre de ces paramètres.

## 3. Résultats de terrain

### 3.1. FORAGES CAROTTÉS ET FORAGES TARIÈRES

#### 3.1.1. Positionnement des forages (fig. 2)

L'implantation des forages a été choisie de façon à obtenir une coupe transversale de l'ensemble quaternaire. Afin de le recouper de la façon la plus complète possible, les forages M3 et M2 (-1 et -2 ont été positionnés sur les 2 cordons dunaires (respectivement la dune bordière et l'arrière-dune). Les forages M1\_1 et M1\_2 sont positionnés dans la plaine maritime, à l'arrière du système dunaire, à environ 800 m de la falaise de craie.

Le forage B1, réalisé dans l'enceinte des services techniques municipaux de la ville de Berck, est situé au milieu de la plaine maritime berckoise, à proximité du ruisseau résiduel de l'Arche, au cœur de ce que A. Briquet (1930) décrit comme un ancien système estuarien.

Le positionnement a été fait par ailleurs en tenant cependant compte des contraintes d'accessibilité de la sondeuse et d'alimentation en eau des forages, ainsi que des contraintes de protection liées à la réserve biologique.

La précision du positionnement des forages, en x, y, et z est celle de la carte IGN à 1/25 000 de Montreuil-Berck (2105 Est.)

Les forages tarières ont été réalisés sur les profils géophysiques A (F1 à F7), et B (F9, F10 et F11) et sur les profils H et D, à l'ouest du profil B.

#### 3.1.2. Déroulement des chantiers de forages

Les forages carottés ont été réalisés par l'entreprise de forage SARG. Les carottages, d'un diamètre de 120 mm, ont été réalisés sous gaine PVC translucide, afin de préserver tant que possible les structures sédimentaires et pouvoir décrire sommairement les terrains traversés dès la sortie de la carotte.

La nature aquifère multicouche des formations traversées et la richesse en galets et graviers de la formation de base ont induit un taux de récupération variable d'un forage à l'autre (tabl. 1).

Lorsque le carottage ne pouvait être effectif, le matériel présent dans l'extracteur, en pied de carotte a été échantillonné et le matériel sortant avec la boue de forage a été récupéré. D'autre part, pour chacun des forages, la mise en place du carottier ne pouvait être réalisée qu'après 2,90 m de forage à sec ; selon sa nature, le matériel foré à sec a été récupéré en sac ou en carotte.

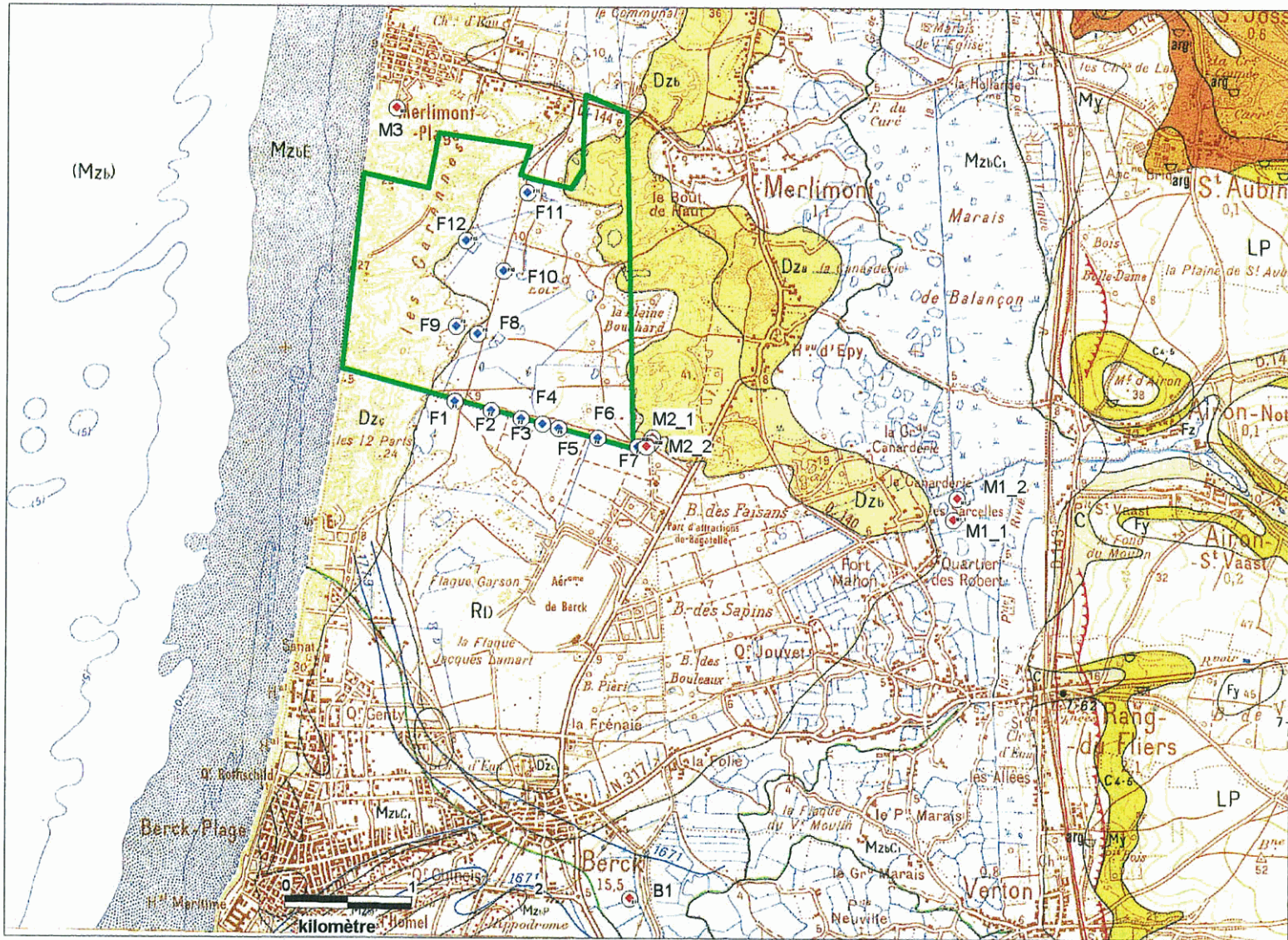


Fig. 2 - Position des forages sur le fond géologique (carte à 1/50 000).

Nom du forage	Longueur forée (m)	Taux de récupération des carottes	Métrage récupéré (m)
M1_1	7,5	20 %	1,5
M2_1	8,35	20 %	1,5
M2_2	35,25	65 %	23
M3	37	92 %	40
B1	26,5	15 %	4

**Tabl. 1 - Récupération du matériel carotté.**

On dispose donc de 70 m de matériel carotté et de différents types d'échantillonnages complémentaires (pied d'extracteur, forage à sec, boue de forage) de qualité moindre, puisque remaniés, mais qui permettront cependant de réaliser certains types d'analyses et qui permettent de compléter l'interprétation lithologique des forages.

Les forages ont été suivis par des géologues (N. Lenôtre, C. Vinchon) et les conditions de forage (passage en milieu aquifère, changement de pression, difficultés de récupération,...) ont été notées, car elles peuvent apporter des informations complémentaires sur la lithologie et l'hydrogéologie du terrain traversé.

Le forage **M1\_1**, réalisé dans les Bas-Champs, au camping des Tourterelles de Rang-du-Fliers, n'a pas pu atteindre la craie, en raison des difficultés de foration par carottage liées à la grande quantité de graviers et galets dès 1,90 m de profondeur. Seul 7,5 m ont été forés avec un très faible taux de récupération (27 % correspondant à la formation argilo-tourbeuse supérieure).

Le forage **M1\_2** a été fait en 1998 avec une mototarière (sonde mototarière Bonne Espérance du BRGM), en complément du forage M1\_1, à 100 m au nord de celui-ci. On n'a donc pas de matériel carotté sur ce sondage mais une coupe assez précise des formations traversées et un échantillonnage spécifique des séquences sédimentaires successives. La craie a été atteinte à 10,50 m, au lieu des 22 m attendus à la lecture des données BSS ; cela s'explique par la consistance très pâteuse de la craie à silex altérée qui peut être confondue dans un sondage destructif avec la formation à silex constituée de sables, galets et graviers de silex.

**Deux forages ont été réalisés dans l'arrière-dune**, à proximité de la réserve biologique gérée par l'ONF : le premier positionnement (**M2\_1**), sur la dune surplombant le parking, avait été choisi pour traverser le plus complètement possible la formation dunaire. Après 8,35 m de forage dans cette formation, en raison de l'instabilité de l'outil de forage, la sondeuse a été repositionnée (**M2\_2**) sur le plat du parking ONF, à quelques mètres de M2\_1, avec un dénivelé de 2,50 m, de façon à corréler facilement les deux forages. M2\_2 a atteint la craie après 30,10 m de forage.

M2\_2 a été équipé en piézomètre, à la craie : il est installé en tubage plein jusqu'à 32 m, puis en tube crépiné. Le massif filtrant de 31,75 m jusqu'au fond est composé d'une « chaussette » géotextile et de gravillons. Cet équipement a été réalisé pour l'étude hydrogéologique menée par l'USTL.

Le forage M3, positionné à l'arrière de la dune bordière, a traversé 2,90 m de remblais et a atteint la craie après 38,20 m de forage.

Le forage B1 a donné un résultat médiocre en ce qui concerne la récupération de matériel sédimentaire (15 % de récupération), en raison d'une saturation en eau de la formation marine des sables pissards. Les différents niveaux tourbeux ont cependant pu être récupérés, ainsi que les termes supérieurs. La craie apparaît à 25,35 m. Le suivi géologique du forage a permis de reconnaître les différentes unités lithostratigraphiques.

### **3.1.3. Description lithostratigraphique**

La description lithologique et les interprétations paléogéographiques proposées ont été faites en collaboration avec B. Van Vliet Lanoë de l'Université de Lille 1.

La reconstitution des logs réalisée sur WinGDM est proposée en annexe 1 : l'interprétation lithostratigraphique et sédimentologique y est reportée ainsi que la liste des analyses réalisées, dont les résultats sont donnés ci-après. La figure 2 positionne les différents sondages sur un fond de carte géologique extrait du 1/50 000. Les figures 3 et 4 synthétisent ces données lithostratigraphiques et proposent des corrélations qui seront discutées ultérieurement, avec l'aide des données analytiques.

Au droit des dunes, 4 ensembles lithostratigraphiques ont été reconnus, d'ampleur très différente entre les trois sites de forages. On distingue, de haut en bas, pour les forages qui vont à la craie :

- une formation sableuse claire, intercalée de niveaux tourbeux plus ou moins réguliers d'un forage à l'autre (formation dunaire) ;
- une formation argilo-carbonatée associée à un niveau de tourbe sus-jacent (formation intermédiaire) ;
- une formation sableuse et coquillière grise, présentant des figures sédimentaires plus ou moins conservées. A la base de cette formation on retrouve un niveau de tourbe, formant le toit de la formation grossière (formation des sables pissards) ;
- une formation grossière, constituée d'une alternance de séquences de graviers et galets et de séquences sableuses, d'épaisseur, de distribution et granulométrie très différentes entre les trois sites de forage (formation à silex).

Les forages réalisés dans la plaine maritime à Rang du Fliers et à Berck présentent également ces 4 coupures lithostratigraphiques, mais montrent une forte variation latérale de faciès et/ou d'épaisseur.

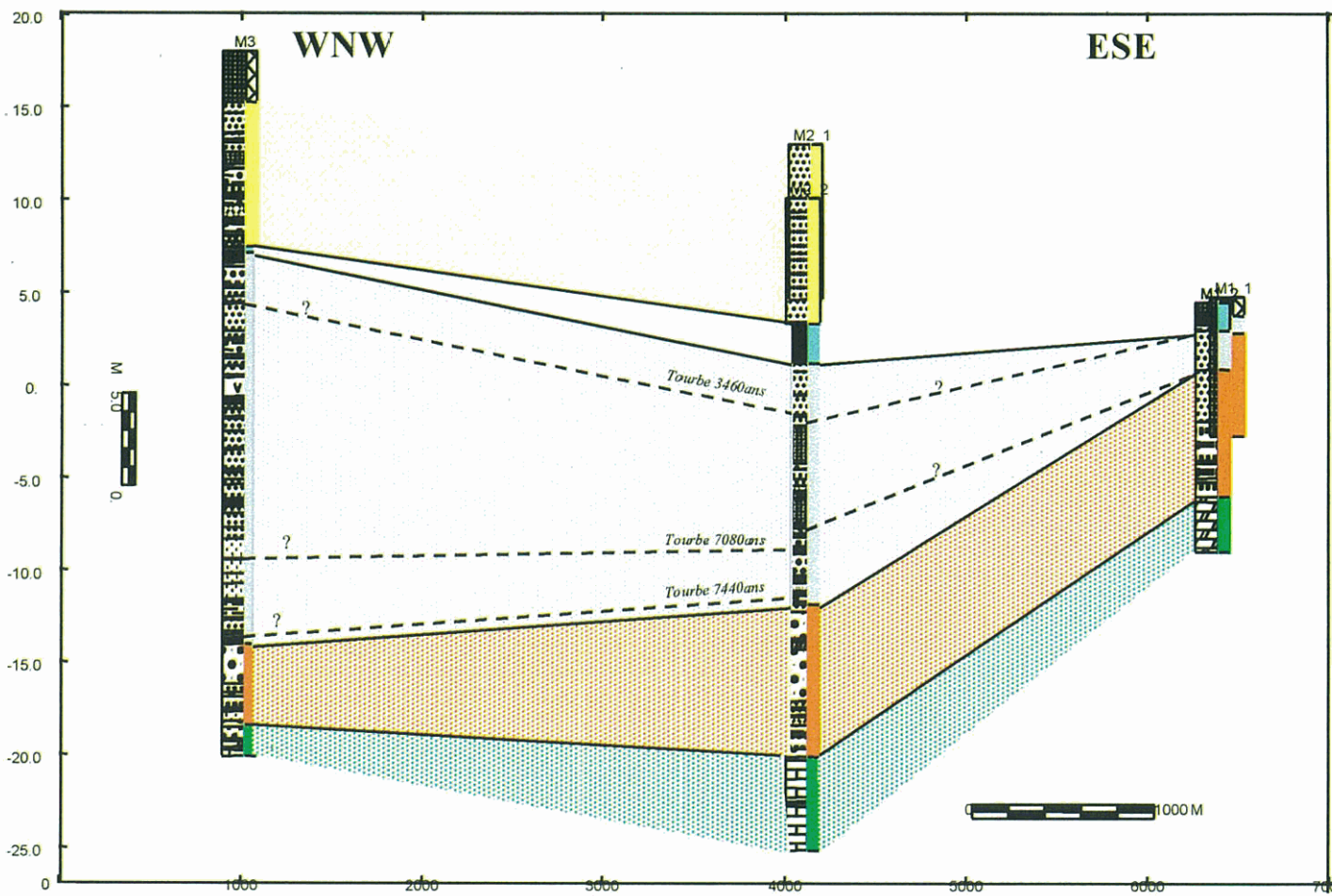


Fig. 3 - Coupe lithologique et corrélations entre les forages M3, M2\_2 et M1\_2.

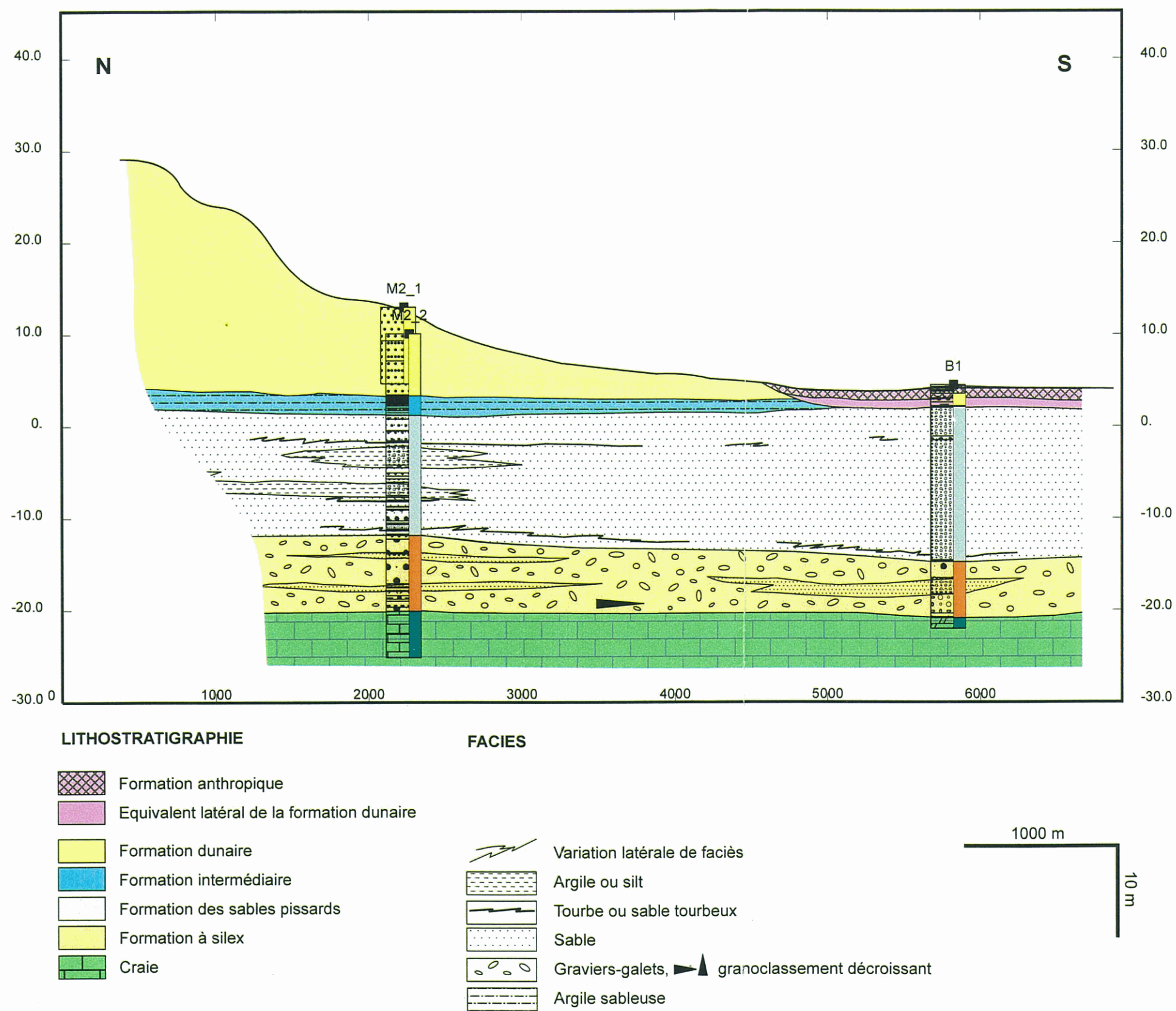


Fig. 4 – Coupe lithologique et corrélations entre M2\_2 et B1.

On décrira ces forages de la mer vers l'intérieur des terres, en dépit de la numérotation qui reflète l'ordre de réalisation des forages. On décrira ensuite le forage de Berck.

### **a) Forage M3**

Après avoir traversé 2,90 m de remblais, le forage M3 traverse des sables moyens à grossiers beiges, interrompus de quelques niveaux organiques à débris végétaux. On y reconnaît des lamines planes ou obliques peu marquées (ou mal conservées), des lits coquilliers, et quelques niveaux de racines.

A la base des sables moyens à grossiers beiges dunaires, on observe entre 10,28 m et 10,25 m de profondeur un ensemble laminé en alternance argilo-carbonaté et organique, qui serait l'équivalent latéral du niveau argilo-tourbeux noté dans le forage M2b. On rappellera, que légèrement en contrebas de ce niveau, plus au sud, on observe de la tourbe affleurante sur l'estran.

Le forage traverse ensuite un ensemble de séquences pluri-décimétriques de sables moyens à fins gris, coquilliers (en lits ou dispersés), à lamines planes, interrompues par des séquences pluricentimétriques de sables moyens à fins, plus compactés. A plusieurs niveaux, on observe des galets de matière organique remaniée, souvent associés à des lits millimétriques à centimétriques d'argiles. Des figures de courants sont observées dans les sables à 24,70 m. Juste au-dessus de l'apparition des silex, on observe un niveau de tourbe remaniée à son sommet.

Cet ensemble correspond à la formation des « sables pissards » ; il montre des alternances de séquences compactées et de séquences moins compactées.

La formation de base à silex débute à 32,05 m de profondeur. Les silex ont une granulométrie de gravillons (0,5 cm) et sont observés en alternance avec des séquences de sables fins laminés (lamines planes ou obliques). Cet ensemble est un équivalent latéral et distal de la formation à galets qui souligne le pied de la falaise.

Le contact avec la craie, à 36,40 m se fait par une séquence de sables moyens remaniant des granules de craies, et un lit organo-silteux, pyriteux. Le premier mètre de craie est altéré en granules (phénomène de cryoturbation probable).

### **b) Forages M2\_1 et M2\_2**

Le forage M2\_1 a traversé (de haut en bas) 3,70 m de sable moyen beige, qui correspond à la formation dunaire, puis ces sables se chargent en matière organique jusqu'à 8,35 m. Ces sables correspondent à la formation dunaire.

Le forage M2\_2 traverse également 1,15 m de sable moyen à grossier beige ; puis se charge en matière organique. L'eau apparaît dès 1,55 m (à la date du 10 juillet 1997). Peu de structures sédimentaires ont été conservées dans la formation dunaire.

A la base de la formation dunaire on observe un lit de sable tourbeux (de 6,76 m à 7,74 m), remanié à son sommet.

De 7,87 m à 8,92 m, un lit argileux et carbonaté (formation intermédiaire) fait la transition avec la formation des sables pissards et représentent la formation intermédiaire, au sommet de la formation des « sables pissards ».

La formation des sables pissards est composée de séquences sableuses métriques à plurimétriques. A la base de la formation, on retrouve un niveau de tourbe (21,25 à 21,45 m), remanié dans sa partie supérieure ; puis, dans la partie inférieure de la formation, les séquences sableuses sont interrompues par des petits niveaux tourbeux, argileux et/ou silteux plus confinés. Vers le haut, les séquences sont uniquement interrompues par des petits niveaux de racines ou des alignements de galets de tourbe. Les séquences sableuses, dominantes, sont marquées par des lamines planes ou obliques.

Sous la tourbe inférieure, les premiers graviers de silex apparaissent à 21,30 m de profondeur en alternance ou mélangé (mauvaise récupération) avec une fraction sableuse. La fraction des graviers évolue vers une granulométrie de galets vers la base. Le forage recoupe plusieurs séquences de ce type, avec une organisation séquentielle stratocroissante.

La craie est atteinte à 35,25 m de profondeur. Celle-ci est saine, mais très friable.

### **c) Forage M1\_1 et M1\_2**

Le forage M1\_1 a traversé de haut en bas :

- 1 m de remblai et terre végétale et 90 cm de sable tourbeux, forés à sec, récupérés en carotte ;
- des sables, graviers et galets de silex, jusqu'à 7,50 m de profondeur. Le forage carotté n'a pas pu être poursuivi en raison de cette présence de galets.

Le forage M1\_2 présente, également sous 0,50 m de remblais caillouteux :

- un niveau de tourbe tassée, de 27 cm d'épaisseur ;
- un épisode à dominante argileuse avec un granoclassement décroissant vers le haut ;
- 2,10 m de sables coquillers gris correspondant à la formation des sables pissards ;
- 2,80 m de sables clairs surmontant un ensemble grossier, organisé en séquences de galets et sables et de galets et argile. De bas en haut, cet ensemble est d'abord granodécroissant puis granocroissant (formation à silex) ;

La craie apparaît à 10,50 m, très altérée jusqu'au pied du forage.

### **d) Forage B1**

En raison de la nature aquifère, saturée en eau de la formation des sables pissards, ceux-ci n'ont pratiquement pas été récupérés, à l'exception des niveaux tourbeux. Les termes supérieurs ont été récupérés par forage à sec.

Le suivi du forage et les différents prélèvements qui ont cependant pu être réalisés permettent de décrire la succession lithologique suivante.

Le premier mètre est constitué de séquences argileuses, et silto-sableuses à granules de craies et à silex, où s'intercalent des lits de sables fins et de tourbe.

Jusqu'à 2,30 m, on trouve ensuite une succession de séquence sableuse beige plus ou moins argileuse.

Les termes supérieurs, où l'influence anthropique peut être devinée (amendement par des granules de craie) en alternance avec des reprises marines ou des faciès d'inondation fluviales.

Une séquence tourbeuse, décimétrique, laminée, sépare les sables clairs des sables fins gris coquilliers, à lits argileux dans la séquence supérieure.

Le faciès sableux coquillier, gris est présent de 2,40 m à 19,05 m. A sa base, on trouve un niveau tourbeux et argileux.

Les séquences suivantes sont constituées de sables et graviers (< ou = à 1 cm de diamètre) avec une organisation granocroissante vers le haut. La craie, très altérée, apparaît à 25,35 m, après une séquence décimétrique plus grossière (galets).

#### ***e) Forages tarières***

Les forages réalisés à la mototarière pour calibrer les mesures géophysiques ont été exécutés jusqu'à 10,50 m.

Réalisés dans la plaine interdunaire, ils ont traversé la formation supérieure dunaire sur une épaisseur variant entre 5,50 m et 7,85 m selon la topographie point de forage.

Cet ensemble est composé de séquences de sable fins, en alternance avec des lits de tourbe ou de sable tourbeux au nombre de 3 ou quatre selon les forages. Ces niveaux de tourbe sont d'autant mieux exprimés que l'on est au cœur de la plaine interdunaire, et à la base de la formation dunaire. Les profils géoradar ont permis de corréliser ces niveaux entre eux et de modéliser leur distribution en 3D.

A la base de la formation dunaire, on rencontre la formation intermédiaire. La complexité séquentielle de cette formation est variable, ainsi que son épaisseur d'un forage à l'autre.

Elle est caractérisée par des séquences argilo-carbonatées compactes, intercalées de passées plus sableuses. Les séquences argileuses sont plus ou moins organisées en lamines et chargées de débris végétaux.

Les forages tarières ont ensuite traversé le sommet de la formation des sables pissards, marqué par l'apparition de coquilles. Dans quelques forages on note la présence de galets de tourbe remaniée, comme il en a été observé à plusieurs reprises dans cette formation, dans les forages M3 et M2\_2.

## 3.2. GÉOPHYSIQUE

### 3.2.1. Information sur la géométrie du biseau d'eau salée

Les résultats de la première campagne de géophysique en 1998 avaient permis d'acquérir des informations sur la géométrie du biseau salé, à l'aide des méthodes électriques et électromagnétiques (ann. 2). Cette information est notée dans ce rapport bien qu'elle ne réponde pas directement à la question posée, mais permet de compléter la description de l'état des lieux. Si la surface de la nappe phréatique est assez continue, à une altitude variant entre 11 à 7 m (soit 2 à 3 m de profondeur) dans la plaine interdunaire, plus profonde sur la dune, et non détectée, l'interface eau douce-eau salée, s'enfonce à une altitude de - 45 m de profondeur sous la dune bordière pour remonter à - 30 m à l'ouest de la plaine interdunaire. Elle s'enfonce à nouveau à - 40 m au pied de l'arrière-dune. Les altitudes données positionnent la limite du biseau salé dans la craie. Cette observation confirme les observations de Barbara Louche (1996).

Le sondage électrique 2 révèle cependant une anomalie de résistivité (10 ohm.n), à 24 m de profondeur qui témoignerait de la présence d'eau et qui pourrait refléter la présence d'une lentille résiduelle d'eau connée (syngénétique).

### 3.2.2. Résultats des mesures par géoradar

L'étude par géoradar s'est focalisée sur la formation dunaire.

Des profils géoradar avaient été réalisés sur la dune bordière et dans la plaine interdunaire. Cette méthode permet d'identifier des réflecteurs dont l'interprétation a permis d'analyser les structures internes dans la formation dunaire et d'extrapoler les informations des forages en 3D.

#### *a) La dune bordière*

Au sein de la formation dunaire (fig. 5) des réflecteurs soulignent des structures obliques de la dune. Quelques réflecteurs bien marqués correspondent vraisemblablement à des anciennes surfaces dunaires. Entre ces réflecteurs, d'autres plus légers représentent vraisemblablement les structures obliques, marquant la migration de la dune (foresets) conservées, au côté sous le vent, par leur fossilisation sous les séquences suivantes. Ces structures obliques sont moins lisibles dans les séquences dunaires plus anciennes.

Cette interprétation permet de décrire une dune fossile (trait Magenta) dont le sommet était situé plus à l'est, à l'aplomb du PM220, et la migration de cette dune vers l'ouest (trait bleu). Le réflecteur vert culminant au PM192 serait la trace d'une nouvelle génération dunaire, développée à la faveur d'un relief (tuc ou croc) au pied ouest de cette ancienne dune. La migration de cette dune embryonnaire reprend ensuite vers l'est et permet l'exhaussement de la dune jusqu'à sa situation actuelle.

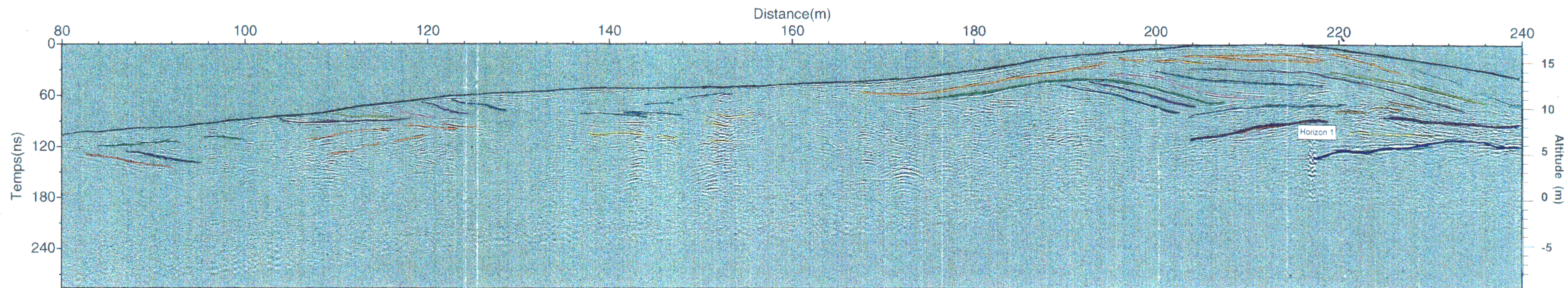


Fig. 5 - Profil géoradar interprété de la dune bordière au sud de Merlimont.

A l'ouest du profil, les structures obliques de propagation dunaire plus anciennes vers l'est sont tronquées par la surface actuelle de la dune (backset) dont le sable est remanié pour alimenter l'arrière de la dune.

### **b) La plaine interdunaire**

La campagne de 1997 a permis d'identifier clairement, dans la formation dunaire, la surface de la nappe phréatique, à 2 à 3 m de profondeur, au moment des mesures.

Les réflecteurs successifs situés en dessous de ce niveau montrent une faible pente vers l'est (~1 %). Ils sont interrompus par des réflecteurs en creux (dénivelé de 1 m entre le centre et les bords du creux) dont l'amplitude est de 50 m.

Pour pouvoir interpréter ces structures, une campagne complémentaire de mesures géoradar calibrée par les forages tarières (fig. 6), a permis en 1998 d'identifier la nature plus ou moins tourbeuse des réflecteurs « en creux », qui correspondent à de larges cuvettes tourbeuses. La qualité de la tourbe, plus dense et plus épaisse au cœur des cuvettes est traduite par un meilleur signal. Les horizons tourbeux supérieurs sont discontinus ; on avait noté sur les forages qu'il s'agissait plutôt de sables tourbeux que de tourbe franche.

Ces lits tourbeux sont intercalés de séquences sableuses, au sein desquelles sont observées les structures monoclinales, légèrement pentées vers l'est. Ces structures peuvent être attribuées à des plans de progradation du sable vers l'est.

## **3.3. RECONSTITUTION GÉOMÉTRIQUE**

L'ensemble des informations accumulées par les forages permettent de reconstituer la géométrie des grands ensembles lithostratigraphiques. Les mesures géophysiques et leur calibrage par des forages tarières permet de « zoomer » sur la formation dunaire, et d'en obtenir une représentation 3D, extrapolée à partir des mesures.

### **3.3.1. Ensemble quaternaire**

Les corrélations établies sur les figures 3 et 4 permettent de proposer une interprétation de leur distribution dans l'ensemble quaternaire côtier (fig. 7 et 8).

Les formations sont décrites de bas en haut.

Le passage à la craie se fait à peu près à la même altitude pour les forages M2\_2 et B1 (- 22 m), tandis qu'il est nettement relevé au niveau de M1\_2 (- 5 m). La craie est également plus élevée à l'aplomb de la dune bordière (- 16 m).

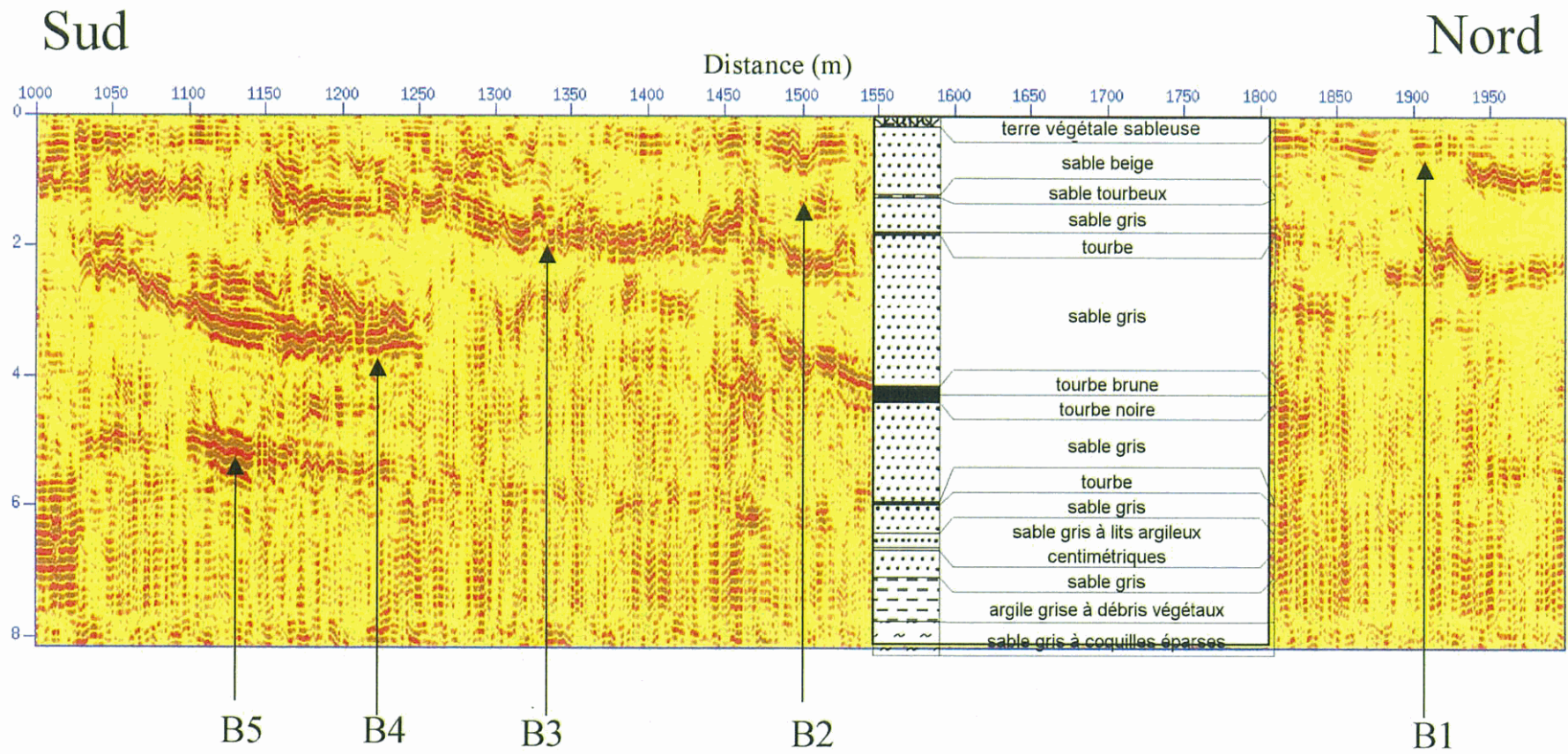


Fig. 6 - Exemple de repérage des horizons radar et calibration avec les forages tarières.

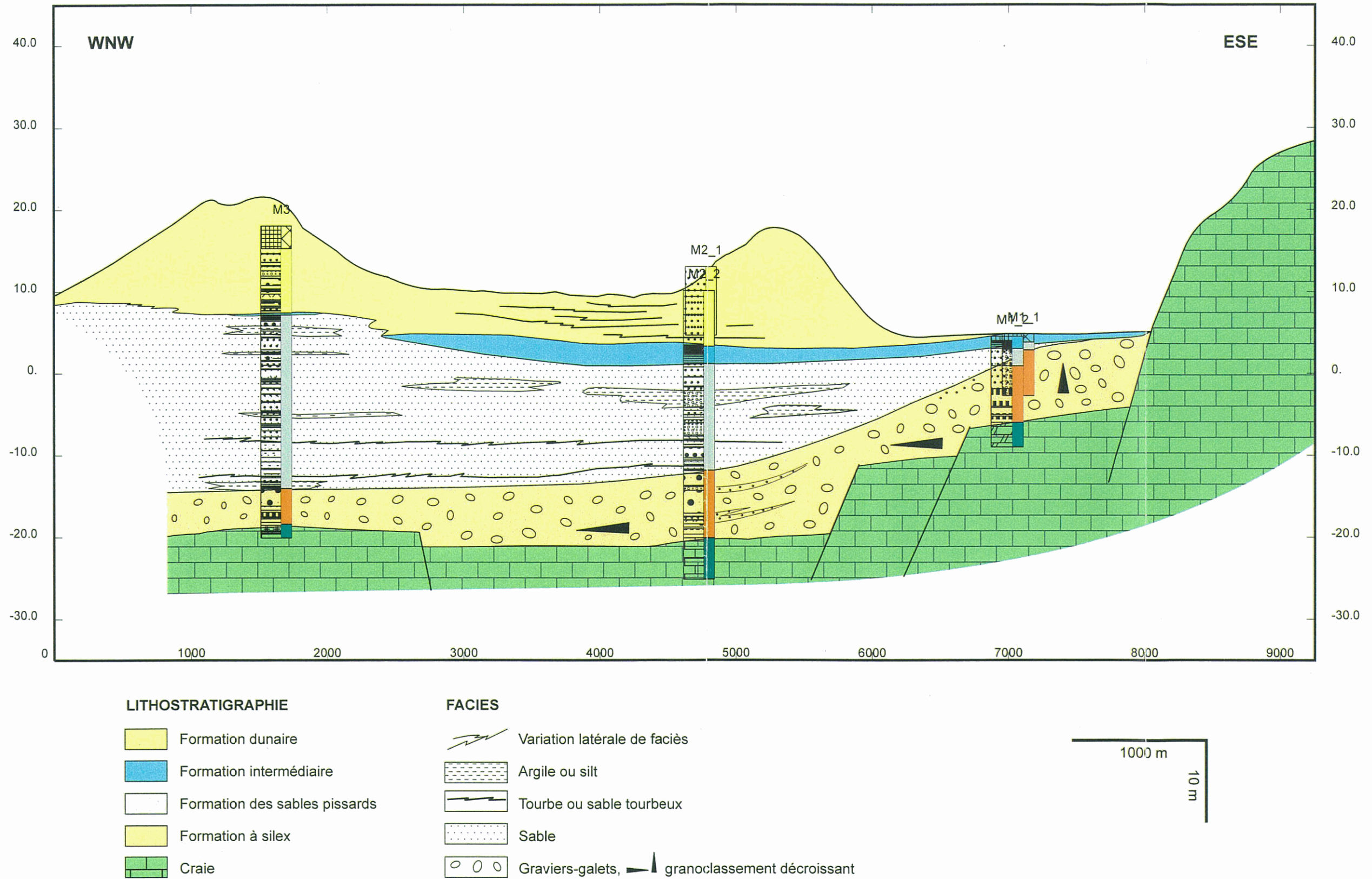


Fig. 7 – Distribution des formations lithostratigraphiques. Interprétation. Coupe WNW-ESE (M3 – M1\_2).

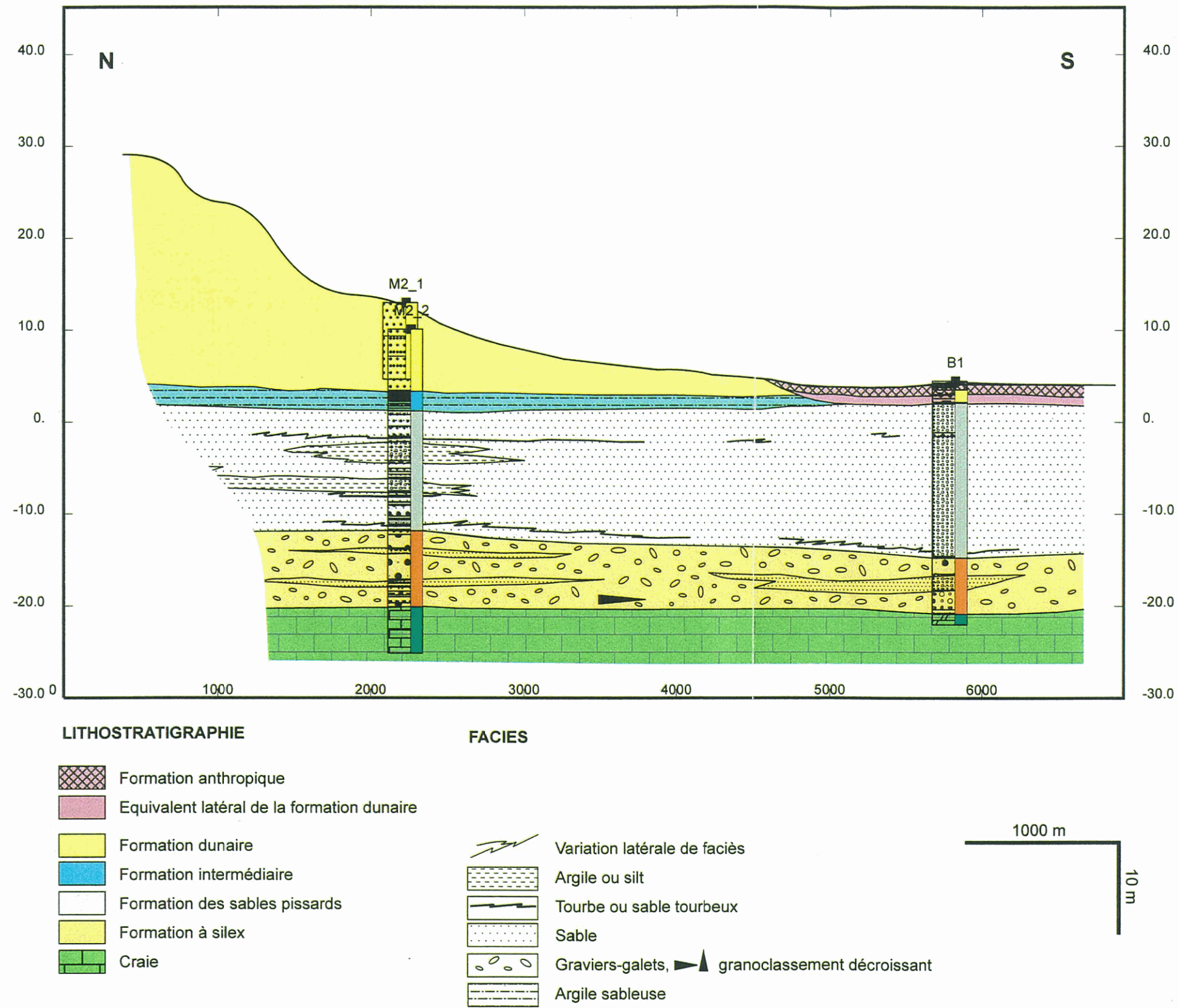


Fig. 8 - Distribution des formations lithostratigraphiques. Interprétation coupe N-S (M2-B1).

**La formation à silex**, composée de galets et/ou graviers de silex et de sables, plus ou moins organisés en séquences sableuses et en séquences grossières. On observe une évolution granulométrique de la terre vers la mer (de M1\_2 à M3), et du nord vers le sud entre M2\_2 et B1. Épaisse de 7 m dans la plaine maritime, elle atteint 8,40 m au droit des arrières-dunes, et 4,40 m au droit de la dune bordière. Au droit de Berck, elle est épaisse de 6,10 m.

Cette formation affleure au pied de la falaise fossile à Groffliers ; elle est considérée comme pléistocène.

**La formation des Sables Pissards** est constituée de sables gris fins coquillers. A sa base, on retrouve dans les forages M3, M2\_2 et B1 un niveau de tourbe qui a été daté par C14, surmonté d'un épisode argileux dans M2\_2 et M3.

Les séquences argileuses et tourbeuses observées ensuite dans la partie inférieure de la formation des Sables Pissards du M2\_2 ne se retrouvent pas dans les forages latéraux M3 et B1 à des niveaux équivalents. On trouve par contre dans le forage M3 des lits de galets de tourbe remaniée et des niveaux bioturbés par des racines.

L'épaisseur de la formation pissarde, réduite à 2,10 m dans la plaine maritime (M1\_2) atteint 12,90 m au forage M2\_2 et 21,15 m au forage M3. Son épaisseur est de 16,90 m au forage B1. Le toit de cette formation est plus élevé au droit de la dune bordière et de la plaine maritime.

On rappelle la différence de comportement de cet ensemble lors des forations en carottage. Au droit de la dune bordière, on a noté quelques effets de surpression en pénétrant dans les sables pissards, mais la récupération s'est faite sans problème. Au forage M2\_2, cet effet de surpression se note plusieurs fois, attribué aux propriétés aquiclude de cet ensemble induites par les alternances de sables et d'argiles. Lors du forage B1, la formation des Sables Pissards a eu le comportement d'un matériau non cohésif, les sables n'étant quasi- pas récupérés par le carottier.

On attribue ces différences de comportement à un état de compactage différent à ces différents points, lié à la charge sédimentaire surincombante d'une part, mais peut-être aussi à la cohésion initiale du dépôt d'autre part.

**La formation intermédiaire** est particulièrement bien exprimée dans la plaine interdunaire, où elle varie d'épaisseur entre 0,50 m et 2,15 m sur de très courtes distances. Quand elle est plus épaisse, cette formation est organisée en alternances argileuses et argilo-sableuses ; localement elle s'enrichit en débris végétaux à son sommet. Cette formation se retrouve latéralement dans les forages M1\_1 et M1\_2 (plaine maritime) et plus réduite dans M3 (dune bordière). On ne retrouve pas ce niveau dans le B1.

L'appellation de **formation dunaire** est donnée aux sables fins clairs qui constituent la dune bordière, mais aussi les cinq à sept mètres superficiels de la plaine interdunaire. Elle n'existe pas dans la plaine maritime, à l'exception du niveau tourbeux de base, bien

exprimé et chargé d'argile sableuse jusqu'à 1 m d'épaisseur. L'expression de cette tourbe de base est réduite, dans le forage M3, à un lit plus organique au toit de la formation intermédiaire.

La géométrie de cette formation est détaillée dans le paragraphe suivant, grâce aux interpolations des données du géoradar et des forages.

### **3.3.2. Formation dunaire et Formation intermédiaire**

#### ***a) Formation dunaire***

L'interprétation des profils géoradar calibrés avec les forages tarières (fig. 6) a permis de corréliser (fig. 9 et 10) les réflecteurs radar à des niveaux de tourbes ou de sables tourbeux. Localement le niveau organique n'est pas exprimé, et le réflecteur ne représente que l'interface consolidé entre deux séquences sableuses (B4).

Dans la zone d'étude (plaine interdunaire), huit horizons (B0 à B7) ont été recensés, pour lesquels les coordonnées x, y et z ont été calculées. Ces horizons sont plus ou moins continus selon les forages.

L'interpolation par krigeage GDM des données des différents profils permet de reconstituer la géométrie des différents niveaux de tourbe. Cette interpolation n'a pas été possible pour les lits supérieurs et inférieurs, moins distincts sur les radargrammes.

La figure 11 montre la morphologie reconstruite par extrapolation de chacun des horizons (B1 à B6) et la figure 12 présente l'empilement de ces niveaux en 3D.

Les corrélations établies sur la base des données de forages, en 2D, complètent cette information pour les horizons B0 et B7, ainsi que pour le toit et le mur de la formation intermédiaire.

La morphologie des niveaux tourbeux suggère des dépressions plus ou moins étendues et interconnectées. On note, entre B6 et B1, l'apparition progressive d'une zone haute au SSE de la zone, le dénivelé entre le bord et le creux du bassin. La partie sud est suffisamment élevée dans les termes supérieurs pour que la tourbe ne se forme plus. Le nord-est reste une zone déprimée.

Le réflecteur le plus continu est le B4 : il est cartographiable sur toute la zone étudiée. La tourbe n'y est cependant identifiée qu'au cœur de la dépression, dans les forages F10 à F12. On peut penser que cette surface a été plus pérenne, avec une fixation végétale, qui n'aurait pas été conservée.

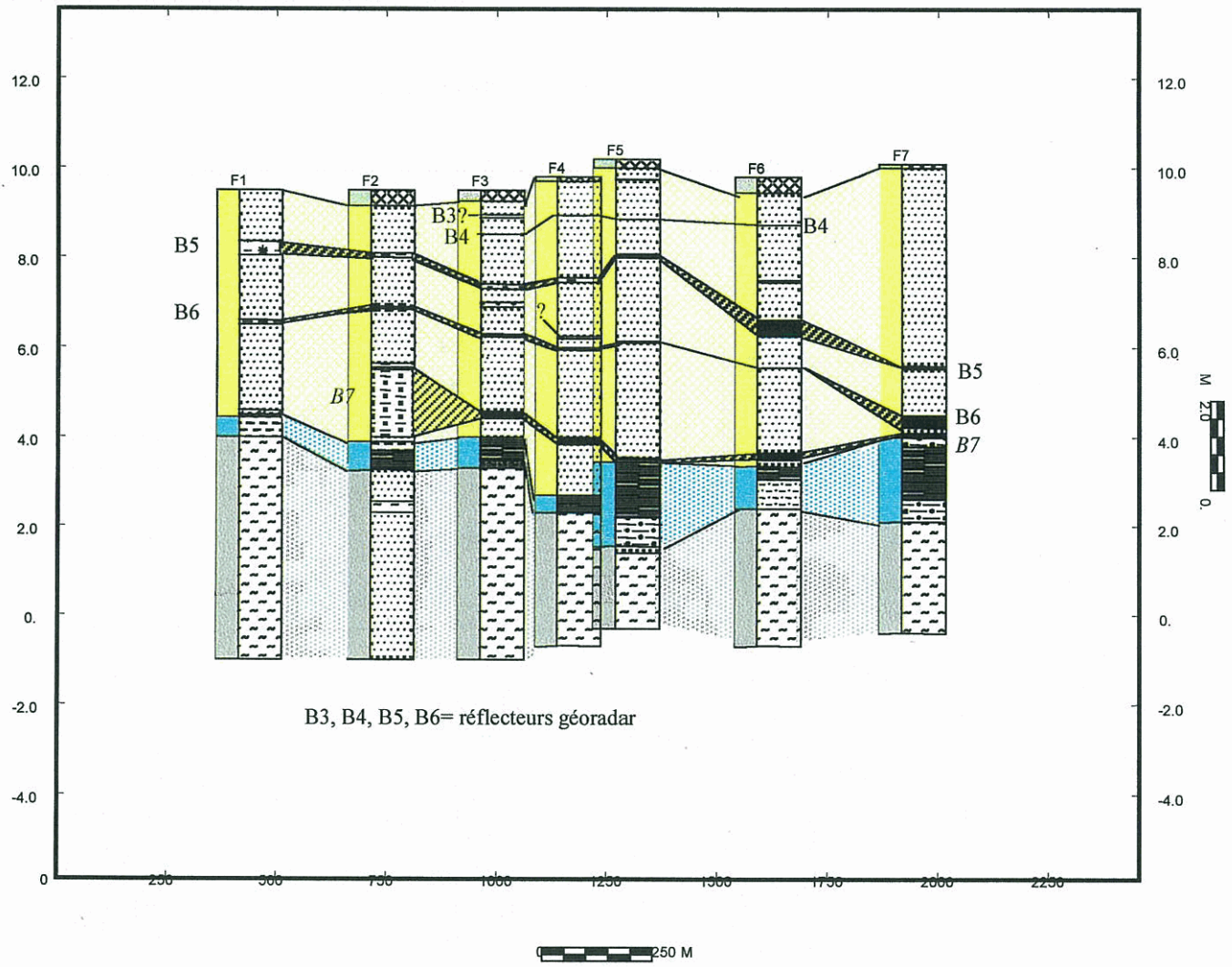


Fig. 9 - Coupe W-E et corrélation des niveaux réflecteurs au géoradar dans la formation dunaire.

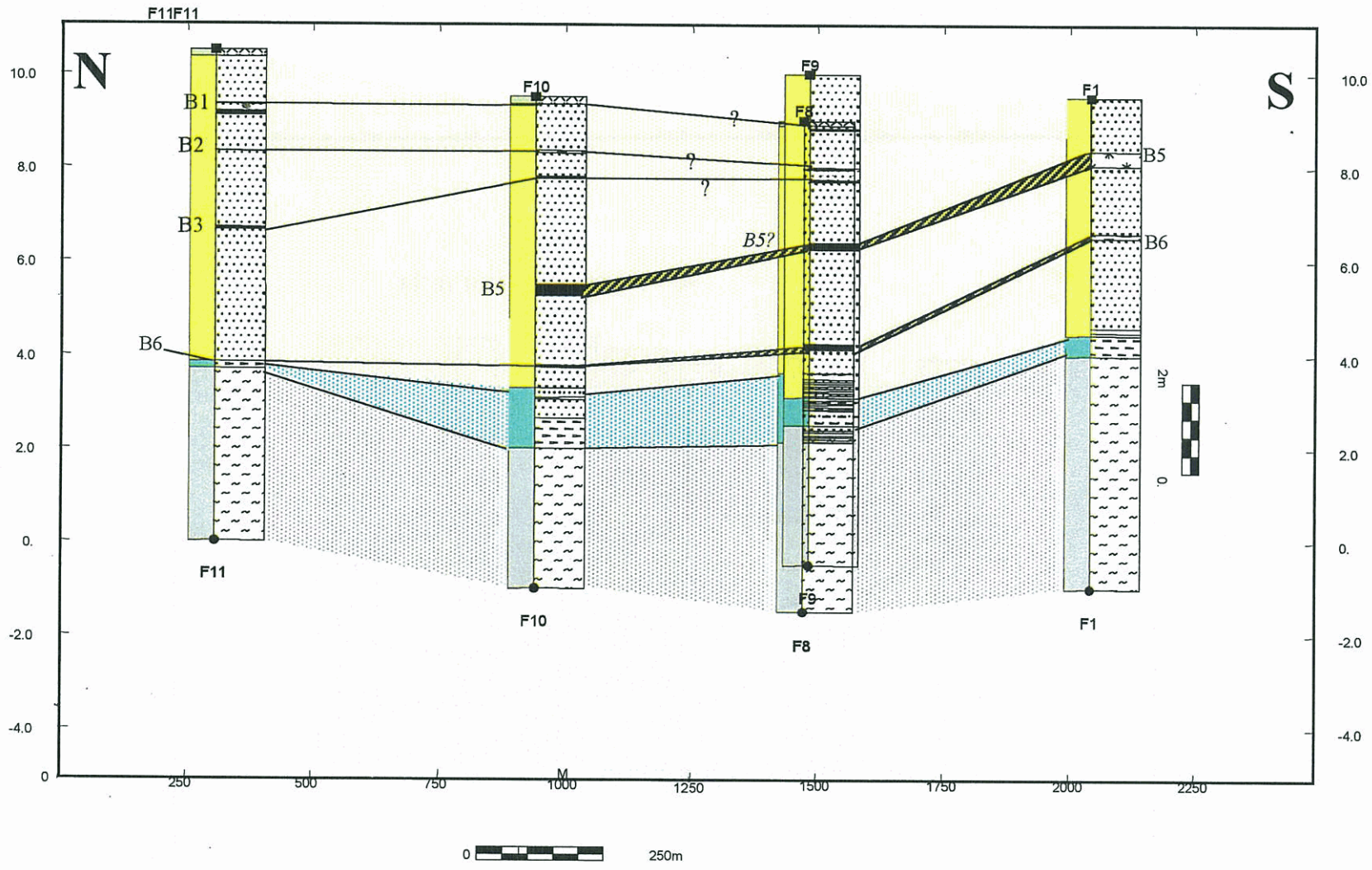


Fig. 10 - Coupe N-S et corrélation des niveaux réflecteurs au géoradar dans la formation dunnaire.

Le niveau de tourbe basale immédiatement sus-jacent aux argiles de la formation intermédiaire, n'est pas cartographiable par interpolation des données radar ; il a cependant été observé dans les forages qui suivent le profil A. Son épaisseur variable d'un forage à l'autre suggère l'existence d'un bassin qui serait centré au sud-est du secteur d'étude (F7 et M2\_2) et dont les rives seraient situées à hauteur des forages F1 et F2.

Les séquences sableuses ont une épaisseur variant entre 1 et 3 m, pour une extension latérale d'ordre kilométrique. Leur empilement génère localement des exhaussements (au niveau de F5) également reflétés par la géométrie des niveaux tourbeux.

### ***b) Formation intermédiaire***

La corrélation latérale des forages tarières permet de décrire, dans le secteur de la réserve, la géométrie de la formation intermédiaire (fig. 9 et 10).

La coupe faite le long du profil A (forage 1 à 7) montre un épaissement de la séquence argileuse au niveau de F5 et F7, et l'existence dans ces deux forages d'une séquence argilo-sableuse métrique à la base de la formation. Latéralement (F1, F2, F8 à F11) le sommet de séquence argileuse s'enrichit en débris végétaux.

La formation intermédiaire n'est exprimée dans les forages les plus septentrionaux que par des alternances centimétriques de lits sablo-argileux et de lits sableux. Il est en revanche bien exprimé mais sur un haut topographique dans le forage M3.

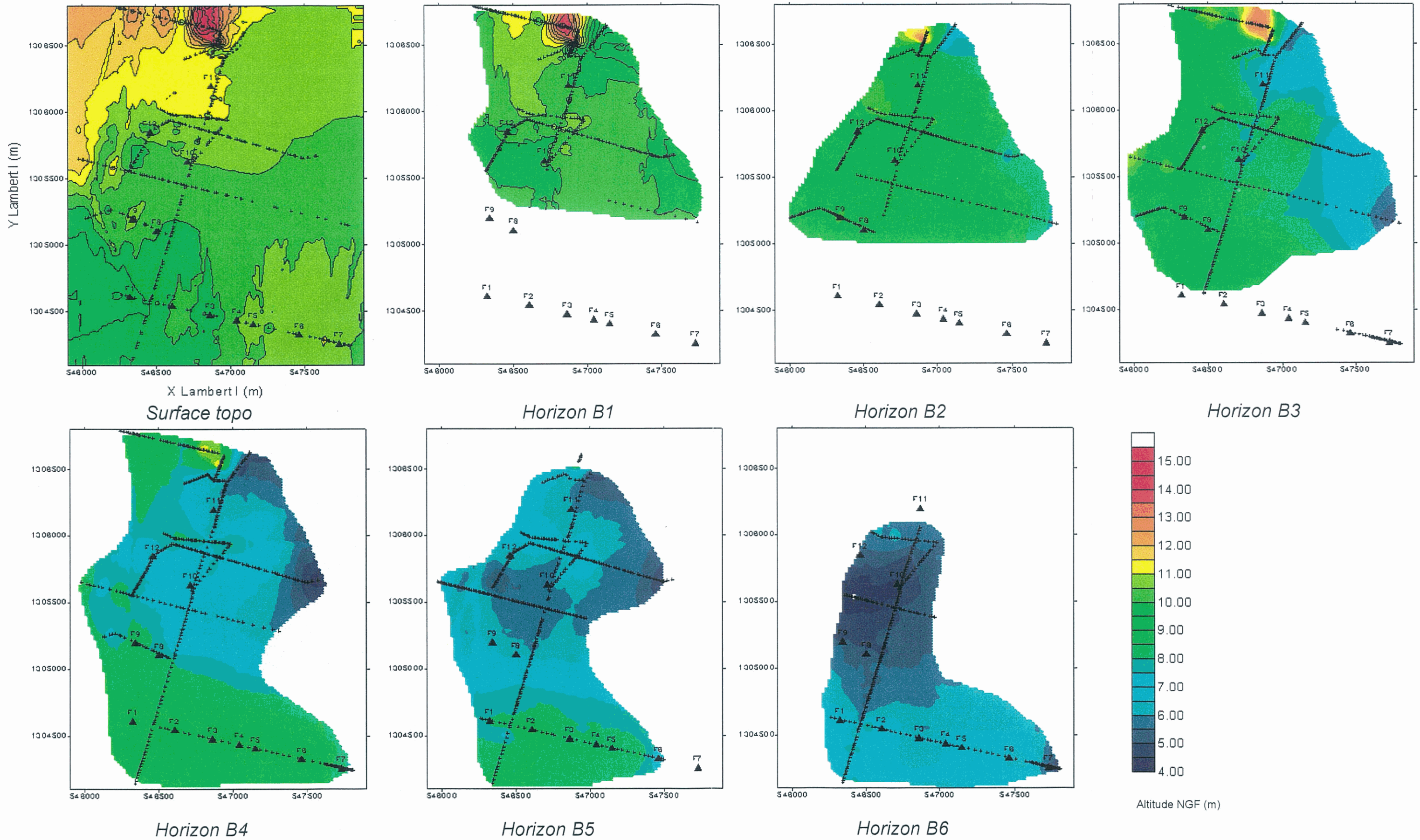


Fig. 11 - Reconstitution par krigeage des différents horizons réflecteurs au géoradar de la formation dunaire.

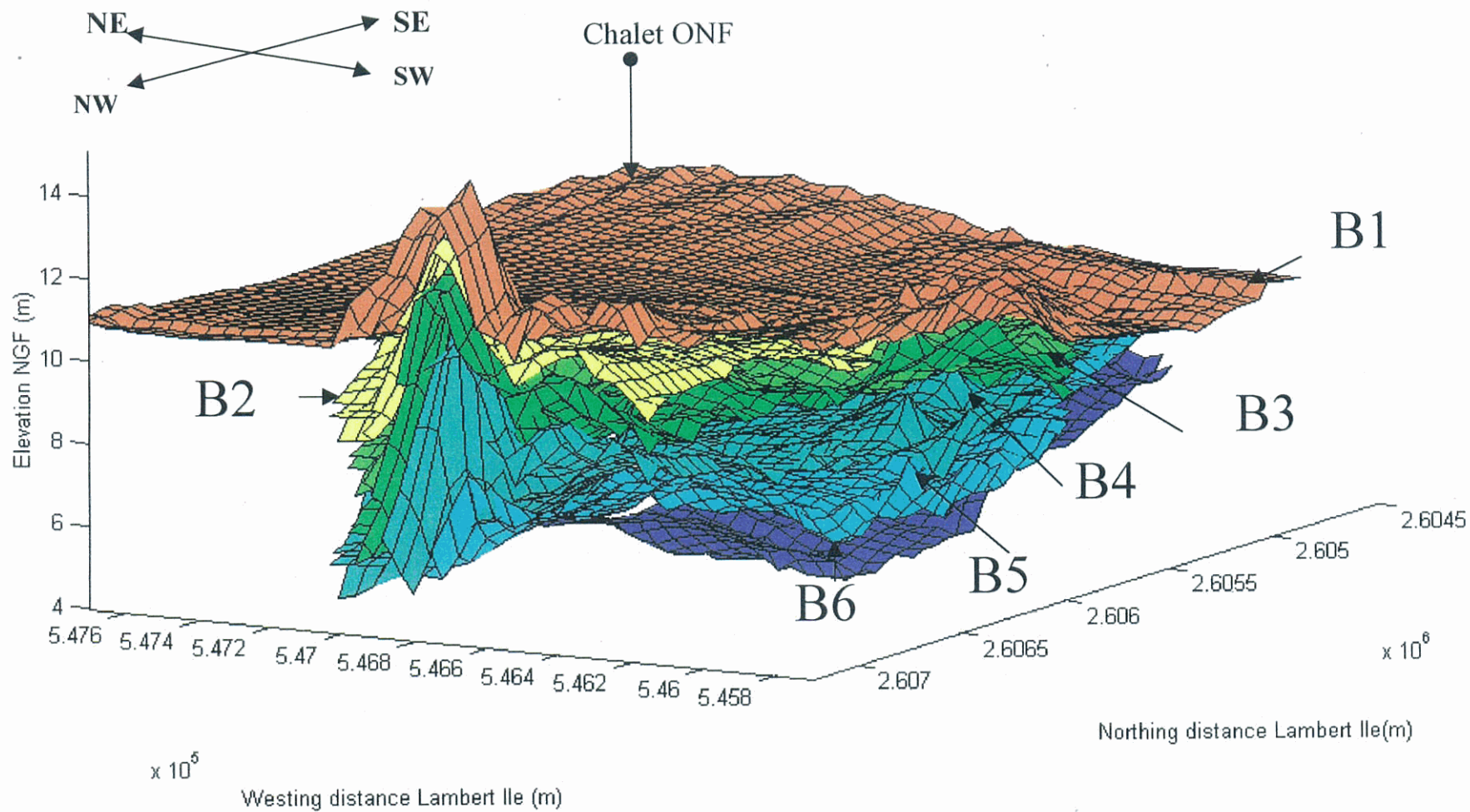


Fig. 12 - Reconstitution en 3D de la distribution des niveaux tourbeux réflecteurs dans la formation dunaire.

## 4. Approche analytique

Les résultats analytiques sont présentés de façon synthétique sur les logs des forages échantillonnés (ann. 1).

### 4.1. CARACTÉRISATIONS PÉTROGRAPHIQUES

L'échantillonnage pour les analyses granulométriques et calcimétriques (H. Haas, G. Hugues) a été fait (ann. 1) de façon à représenter les différentes séquences sédimentaires traversées. Cela représente 46 échantillons. Les prélèvements ont été faits sur les forages M1, M2b et M3. Tous les échantillons ont été préalablement soumis à une analyse calcimétrique.

#### 4.1.1. Calcimétrie (tabl. 2)

Les échantillons prélevés dans la formation dunaire (sables et tourbe) des forages M2\_1et M2\_2 ont une teneur en carbonate (calcite) oscillant entre 5 et 8 %. La formation dunaire du forage M2b (dans la dune bordière) est moins chargée en calcite que celle du forage M3 qui traverse la dune bordière. Cette différence reflète probablement une décalcification par la nappe dunaire qui ne se marque pas dans les termes supérieurs de la formation constituant le relief de la dune bordière.















































Le niveau argilo-carbonaté, intermédiaire entre la formation dunaire et la formation des sables pissards est très carbonaté (entre 30 et 38 % de calcite). Ces argiles laminées se sont déposées dans un milieu aquatique saturé en calcite, qui contraste avec le milieu de dépôt des sables. La pétrographie révèle un contexte palustre avec une forte production biologique calcifiée et siliceuse (diatomées) avec des incursions saumâtres (ostracodes).

La formation des sables pissards est irrégulièrement carbonatée, entre 7 et 21 % de calcite, reflétant le caractère coquiller de la formation.


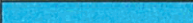
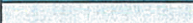

La formation à silex est moins riche en calcite, sauf à la base où elle remanie des granules plurimillimétriques de craie.

#### 4.1.2. Granulométrie

Tous les échantillons ont été passés au tamis, pour obtenir la courbe granulométrique des fractions sableuses ou plus grossières. 16 d'entre eux ont également été analysés par sédigraphe, afin de connaître le détail de la distribution granulométrique des fractions fines.

Teneur en calcite		
<b>Sondage M1_1</b>		
1,35 - 1,38	17.5	
<b>Sondage M2_1</b>		
0,40 - 0,70	5.0	
1,35 - 1,70	5.0	
2,55 - 2,85	5.0	
3,10 - 3,15	5.0	
5,50 - 5,53	8.3	
<b>Sondage M_2</b>		
0,30 - 0,75	6.7	
1,30 - 1,75	5.8	
6,00 - 6,05	7.5	
6,60 - 6,70	10.8	
7,50 - 7,56	5.8	
7,74 - 7,80	8.3	
7,92 - 8,05	38.3	
8,46 - 8,54	30.8	
8,60 - 8,67	31.7	
10,50 - 10,60	11.7	
12,25 - 12,35	17.5	
12,55 - 12,63	6.7	
14,48 - 14,57	11.7	
17,05 - 17,13	12.5	
17,65 - 17,75	21.7	
18,10 - 18,20	15.0	
18,95 - 19,03	18.3	
20,90 - 21,00	15.8	
21,33 - 21,42	4.2	
22,06 - 22,16	4.2	
24,03 - 24,10	5.8	
27,33 - 27,40	8.3	
28,10 - 28,20	15.8	
<b>Sondage M3</b>		
8,35 - 8,45	10.0	
10,00 - 10,07	6.7	
10,27 - 10,32	14.2	
10,65 - 10,75	33.3	
11,25 - 11,30	20.0	
12,40 - 12,60	10.0	
12,65 - 12,70	15.0	
12,75 - 12,82	8.3	
17,80 - 17,85	14.2	
22,62 - 22,69	11.7	
24,31 - 24,40	15.8	
26,41 - 26,50	19.2	
30,31 - 30,35	16.7	
33,85 - 33,90	10.8	
37,05 - 37,10	31.7	
37,16 - 37,21	11.7	
22,57 - 22,62	17.5	

	formation dunaire
	formation intermédiaire
	formation des sables pissards
	formation à silex

Tabl. 2 – Calcimétrie.

On note pour les **formations dunaire et pissarde** une forte homogénéité granulométrique de la fraction sableuse entre 125 et 500  $\mu\text{m}$ , ce qui correspond à des sables fins à moyens. Cela suggère une origine commune du stock sableux.

Plusieurs échantillons de la formation pissarde, à dominante sableuse témoignent cependant de la présence d'une fraction argileuse, dessinant un deuxième mode, peu prononcé, s'étalant entre 5 et 20  $\mu\text{m}$  (silts fins). Les niveaux plus fins intercalés entre les séquences sableuses des formations sus-citées, et les séquences plus fines annonçant le passage à la formation à silex sont des silts grossiers - sables très fins (20 à 80  $\mu\text{m}$ ).

D'après leur positionnement dans le diagramme de Passéga (fig. 13), les sables de la formation dunaire se sont mis en place par saltation, tandis que ceux de la formation des sables pissards sont plus dispersés et se sont mis en place par saltation et/ou par suspension, avec un tri du matériel.

Les sables des séquences sableuses intercalées entre les séquences à graviers et galets de la **formation à silex** sont légèrement plus fins que les sables des formations supérieures (mode entre 200 et 315  $\mu\text{m}$ ). Leur positionnement dans le diagramme de Passéga témoigne (fig. 13) d'une mise en place par roulement ou suspension de fond.

La distribution granulométrique dans les **niveaux argilo-carbonatés** de la formation intermédiaire montre un mode bien marqué dans la fraction argileuse fine (< 0,5  $\mu\text{m}$ ) et un deuxième mode, beaucoup plus étalé dans les silts fins (5  $\mu\text{m}$ ). Cette distribution reflète les deux pôles minéraux argileux et calcitiques. D'après le diagramme de Passéga ces sédiments se sont mis en place par suspension.

#### 4.1.3. Minéralogie en diffraction aux rayons X

13 échantillons ont été analysés en diffraction X (F. Pillard). La fraction phylliteuse de l'ensemble de ces échantillons a été analysée. 10 échantillons ont été analysés en roche totale. Les échantillons sélectionnés, choisis pour leur abondance en phase fine (silt-argile), ne reflètent pas précisément la minéralogie des séquences sableuses. Celle-ci a été approchée préalablement à l'analyse exoscopique des quartz (reconstitution de l'histoire sédimentologique des quartz par leur état de surface).

En première approche, les échantillons (fig. 14) contiennent une phase biologique dominante (calcite), une phase d'origine détritique (origine terrigène plus ou moins lointaine) constituée de quartz, plagioclase, orthose, et les minéraux argileux tels que les micas (en jaune) (dominant dans l'essentiel des fractions argileuses analysées), la chlorite (en vert), et probablement la kaolinite (en grisé), une phase diagénétique (néoformation des minéraux liée au contexte d'enfouissement et de circulation d'eau des sédiments) traduite par la présence de gypse et de pyrite, plus rarement de jarosite (traduisant des conditions plus ou moins oxydo-réductrices) et de minéraux argileux gonflants smectitiques (en brun) (interstratifié irrégulier de type illite/smectite) hérités de la craie et/ou néoformés en contexte hydromorphe. On notera l'abondance particulière de ce dernier composant dans le niveau argilo-carbonaté intermédiaire du M2\_2, et dans le niveau de **tourbe** à la base des sables pissards du M2b.

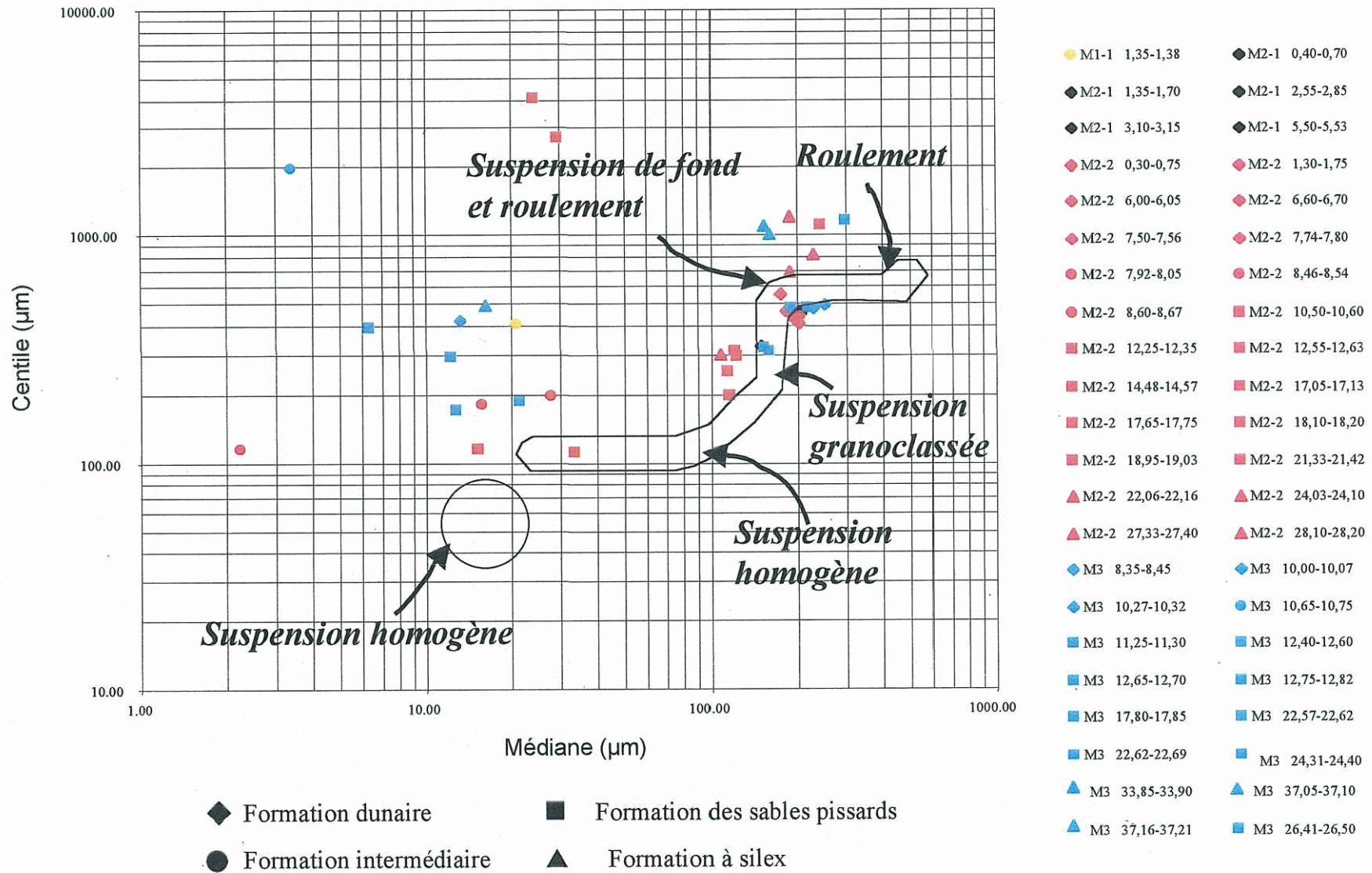


Fig. 13 - Granulométrie des sables. Diagramme de Passéga (d'après Passéga, 1964).

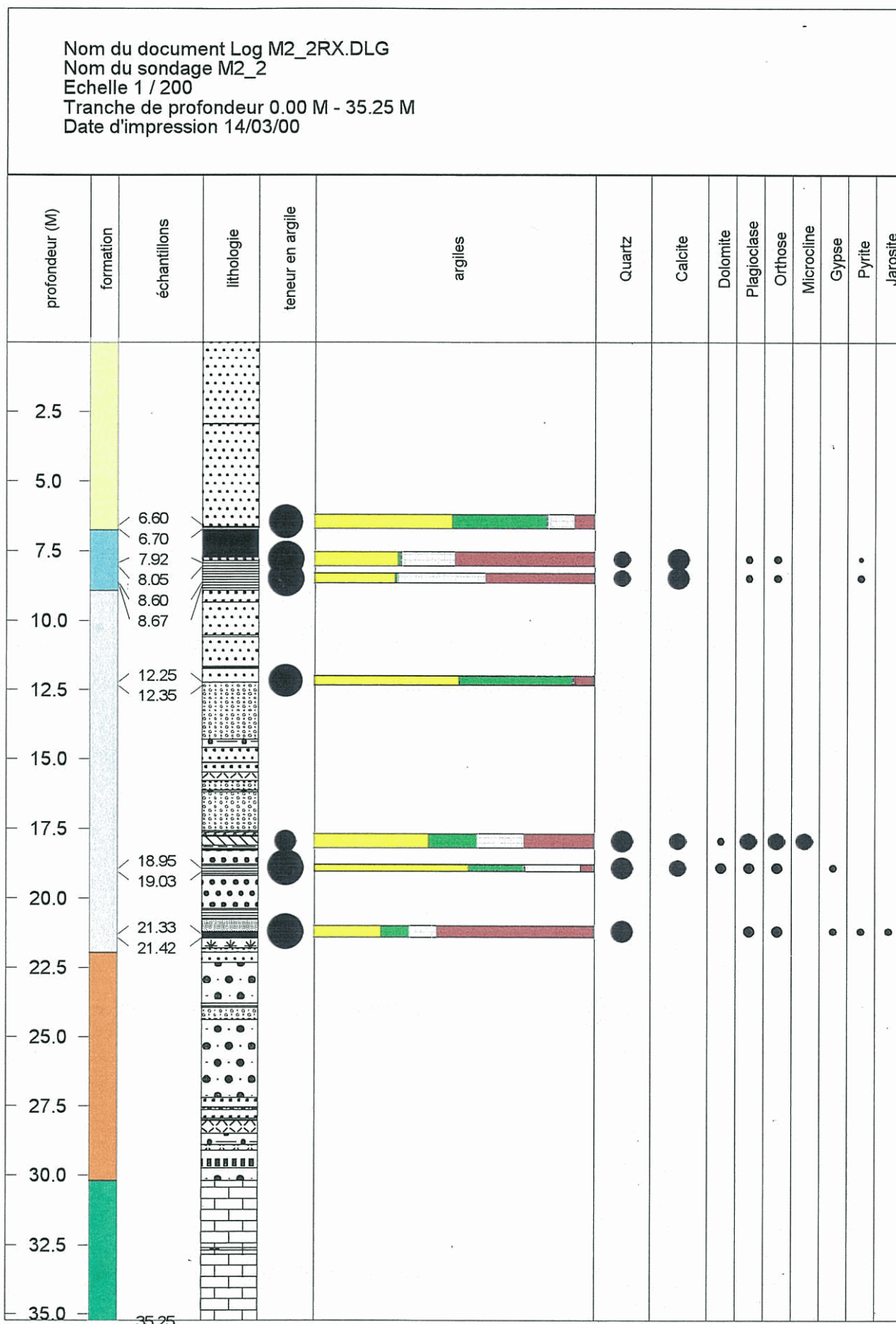


Fig. 14a - Minéralogie dans le forage M2\_2.

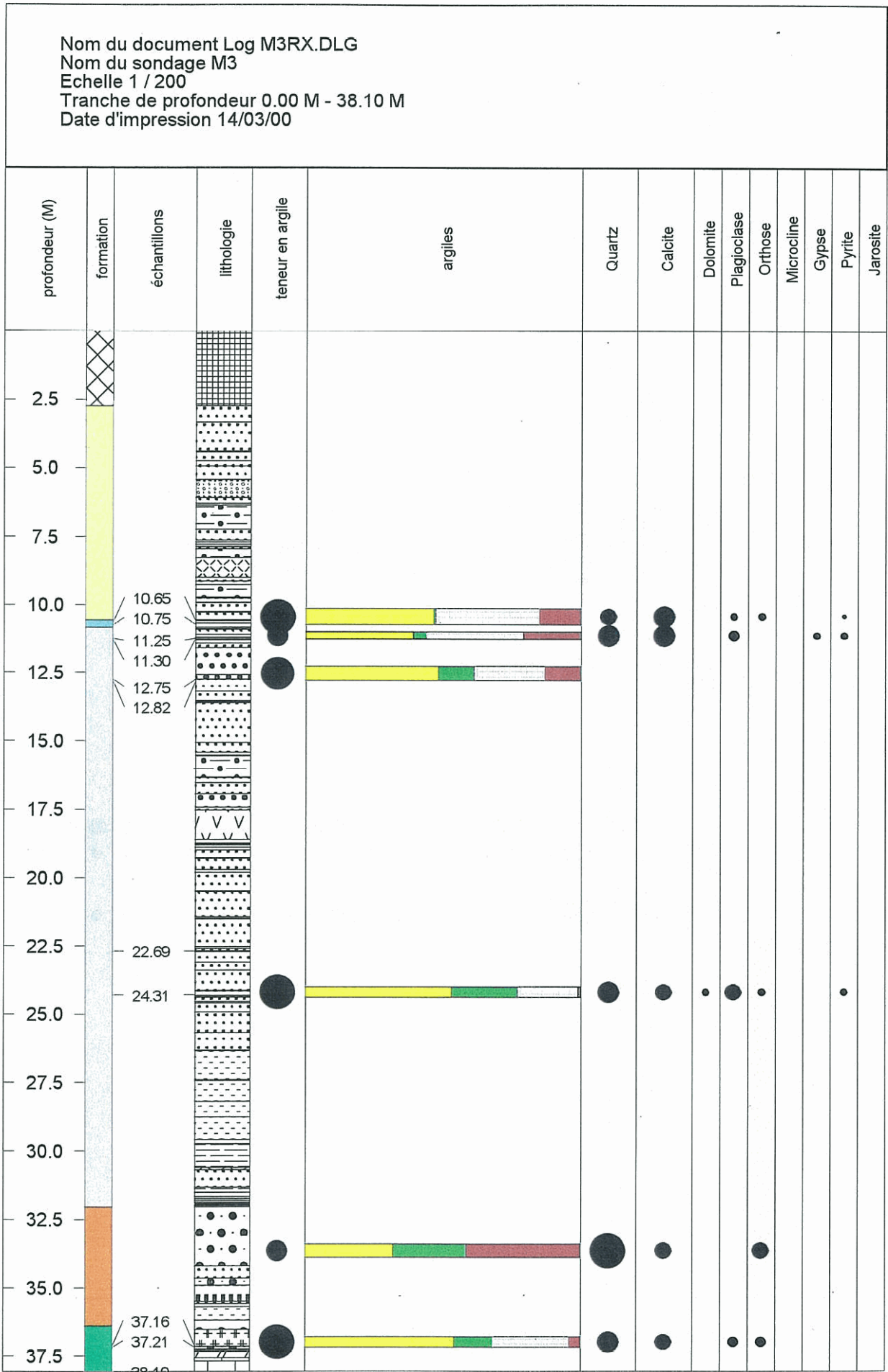


Fig. 14b - Minéralogie dans le forage 3.

#### **4.1.4. Exoscopie**

Les échantillons observés en exoscopie ont été choisis de façon à représenter les différentes formations quaternaires. L'échantillonnage a été plus particulièrement ciblé sur la formation dunaire, en prélevant dans l'un des forages tarières les séquences sableuses successives.

Les informations apportées par cette méthode d'analyse (L. Le Ribault, 1972) font état de l'état de surface des grains de quartz observés en microscopie électronique à balayage (MEB) sur la fraction 500 à 315 µm. Cet état de surface présente des traces de chocs, des figures d'altération et de dépôt qui permettent de reconstituer les milieux successifs de transport ou d'immobilisation du grain, et de reconstituer ainsi son histoire sédimentologique.

##### **a) Formation dunaire**

6 échantillons ont été choisis dans les prélèvements faits dans le forage tarière F9 (ann. 1). 5 correspondent aux différentes séquences sableuses. L'un d'entre eux a été prélevé dans le niveau de tourbe sableuse basal (niveau B7).

Préalablement à l'observation au MEB, le tri des grains se fait sous loupe binoculaire, et a permis de noter une grande homogénéité de la composition des sables, à dominante quartzreuse, avec plus ou moins de débris végétaux. 2 populations de grains de quartz sont observées sous binoculaire : des grains arrondis et des grains anguleux.

Les mêmes figures sont observées dans les différents échantillons, plus ou moins développés selon leur position dans la colonne sédimentaire.

La figure 15 illustre les différentes figures observées et leur signification en terme de milieu de transport ou d'immobilisation.

L'interprétation qui peut en être faite en terme d'étape sédimentologique est la suivante : l'étape la plus ancienne que l'on reconnaît et un épisode de transport glacial et torrentiel (cassures conchoïdales, poinçonnements sur les grains plus anguleux). Les grains ont ensuite été transportés en milieu marin, où ils ont acquis l'éroulé de leur surface et des cassures acquises préalablement. Ils ont ensuite subi un transport éolien, où les chocs entre grains en milieu sec ont généré des traces en coup d'ongle et une forte destructuration de la périphérie des grains. L'existence de plusieurs générations de coups d'ongle, dont l'éroulé est variable, suggère une alternance de condition éolienne et marine, et un dernier épisode éolien. Après immobilisation les grains sont soumis à une dissolution qui exploite les figures acquises précédemment et donne à la surface un aspect anastomosé. L'intensité de cette phase de dissolution est d'autant plus marquée que la séquence est profonde.

Les deux populations de grains ont subi à peu près les mêmes épisodes. Les cassures conchoïdales et les figures de poinçonnement s'observent sur les grains plus anguleux.

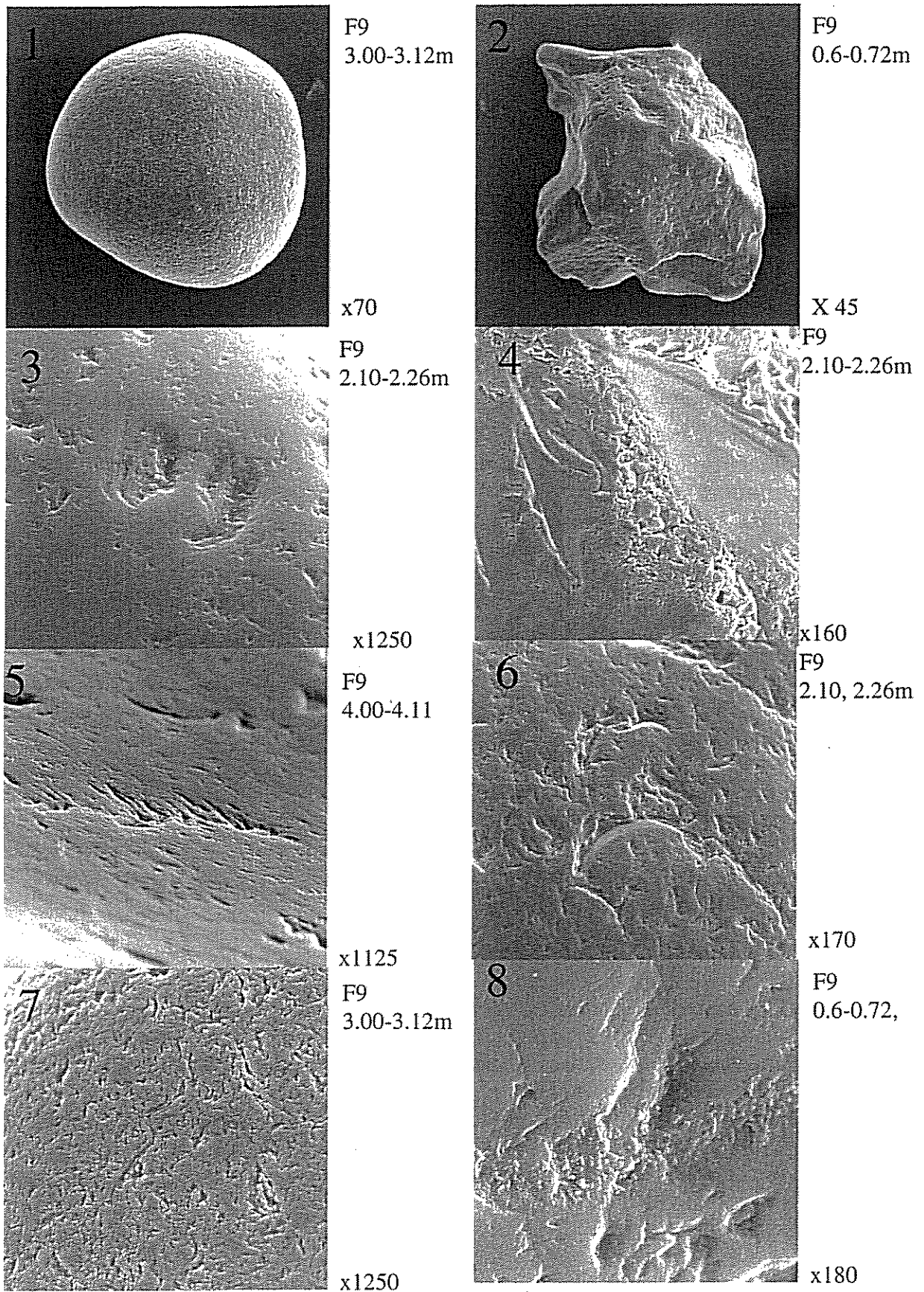


Fig. 15a - Exoscopie des quartz de la formation dunaire.

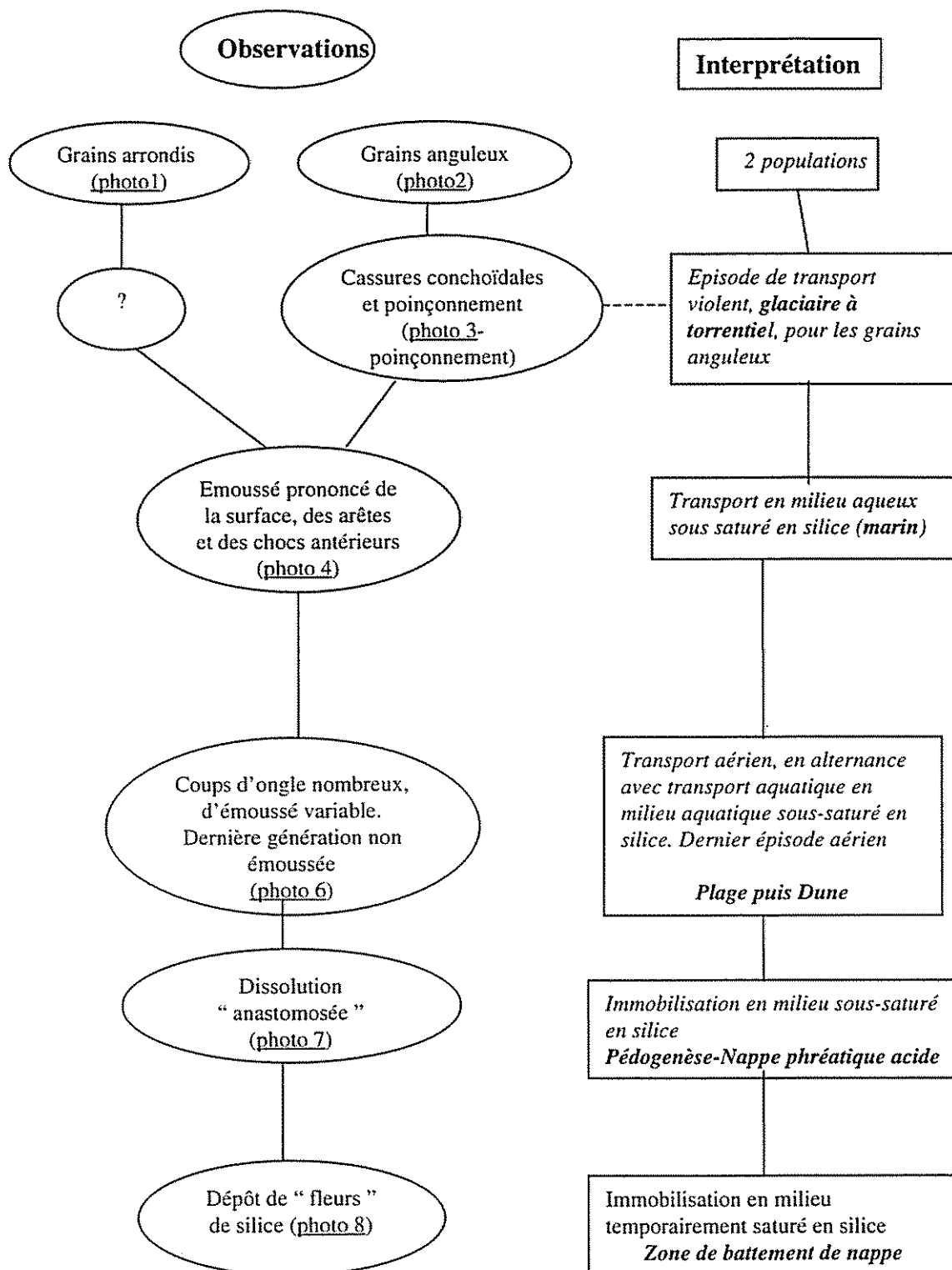


Fig. 15b - Interprétation.

L'échantillon pris dans la séquence sableuse la plus récente, au-dessus de la surface piézométrique montre également des dépôts siliceux accumulés dans les creux qui traduisent le battement de cette nappe : en période de hautes eaux le sable est baigné par la nappe et soumis à la dissolution ; en période de basses eaux, l'eau intergranulaire résiduelle se sature en silice, et permet le dépôt de particules siliceuses dans les creux du grain.

### **b) Formation des sables pissards**

2 échantillons proviennent de la formation des sables pissards dans le forage M2\_2 (à 12,25-12,35 m et 14,48-14,57 m de profondeur).

Le tri des grains, sous loupe binoculaire a permis de noter une grande homogénéité de la composition des sables, à dominante quartzreuse, avec plus ou moins de débris végétaux et une importante fraction de débris coquillers. On note également une population de grains de quartz arrondie, et une population plus anguleuse.

La figure 16 illustre les différentes figures observées et interprète leur signification en terme de milieu de transport ou d'immobilisation.

L'interprétation qui peut en être faite en terme d'étape sédimentologique est la suivante : on retrouve comme pour les échantillons dunaires un premier épisode de transport glaciaire à torrentiel ayant généré des figures de poinçonnement et des cassures conchoïdales. Ces figures sont observées sur les grains plus anguleux.

L'émoussé de ces figures et des angulosités du grain initial est acquise par un transport en milieu marin.

Les figures acquises en milieu éolien sont rares et émoussées. Elles sont observables sur les grains arrondis. Cet épisode éolien peut refléter un apport de matériau transporté par le vent en plaine périglaciaire et/ou un épisode dunaire court, avec reprise du sédiment par la mer.

Les figures de dissolution « anastomosée » sont peu développées, traduisant une chimie moins agressive de la nappe des sables pissards, ou une moindre destructuration de la périphérie des grains.

### **c) Formation à silex**

Plus clairement que dans les échantillons des formations supérieures, l'existence des deux populations de grains est notée sous la loupe binoculaire dans l'échantillon prélevé dans la formation à silex. Les grains anguleux sont luisants, les grains arrondis sont mats.

La figure 17 illustre les différentes formes et figures observées et interprète leur signification en terme de milieu de transport ou d'immobilisation.

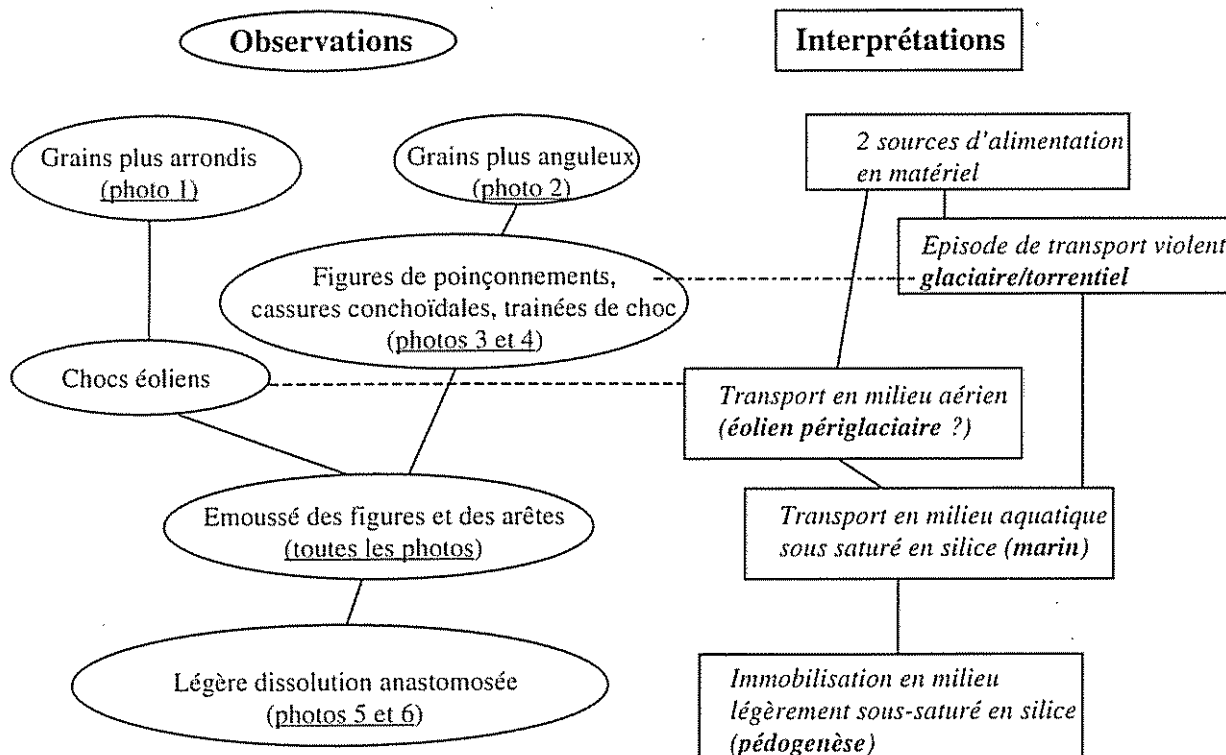
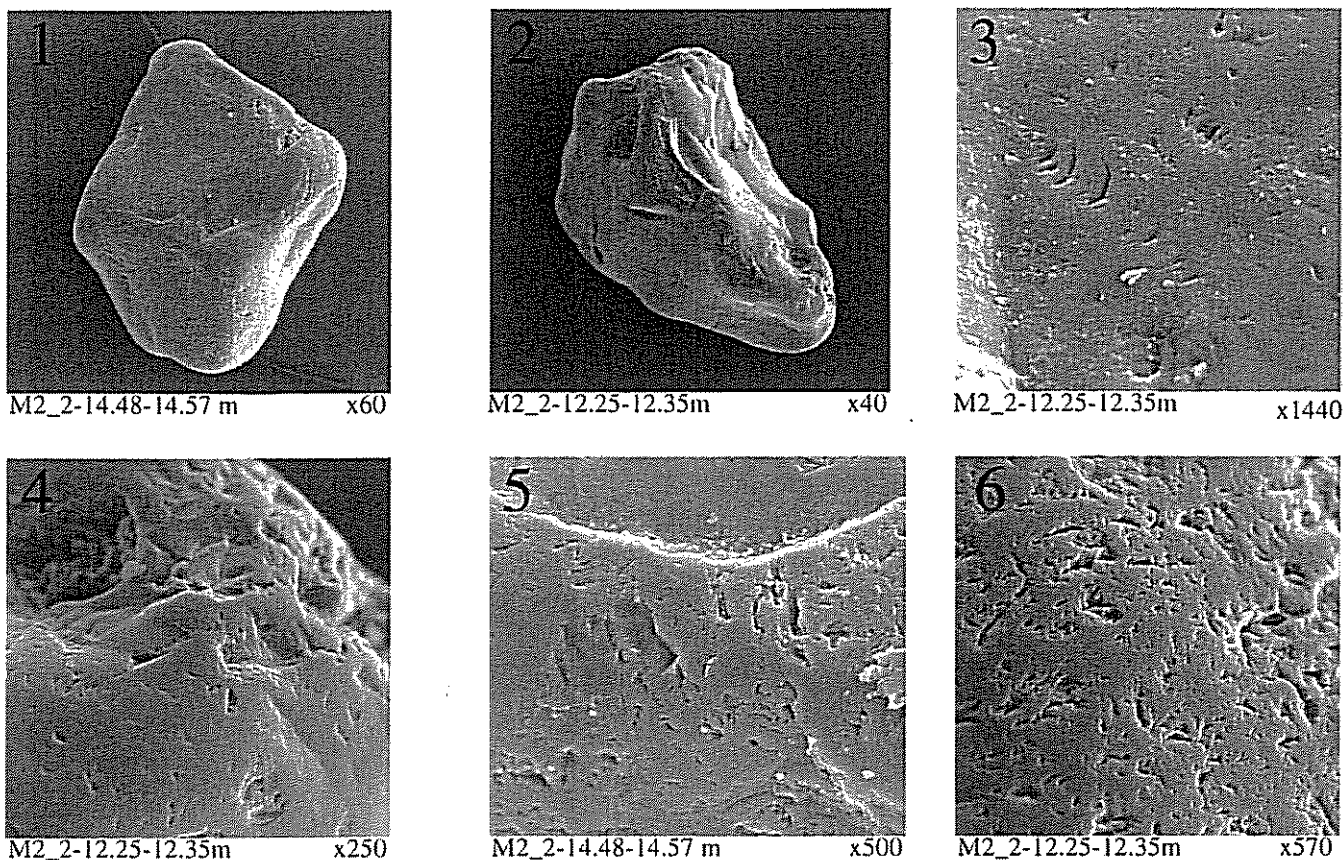
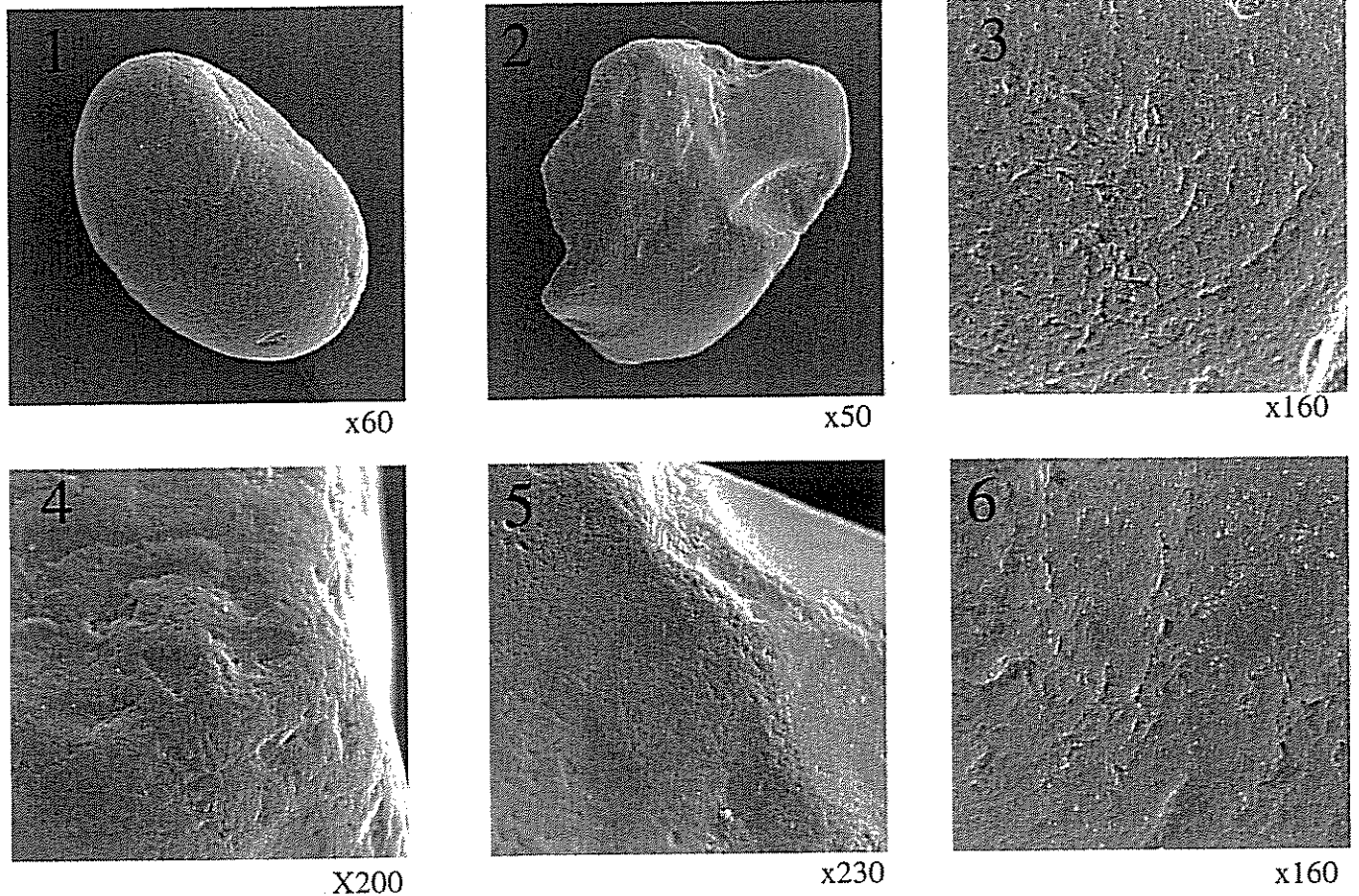


Fig. 16 - Exoscopie des quartz de la formation des sables pissards.



M2\_2 / 24.03-24.10 m

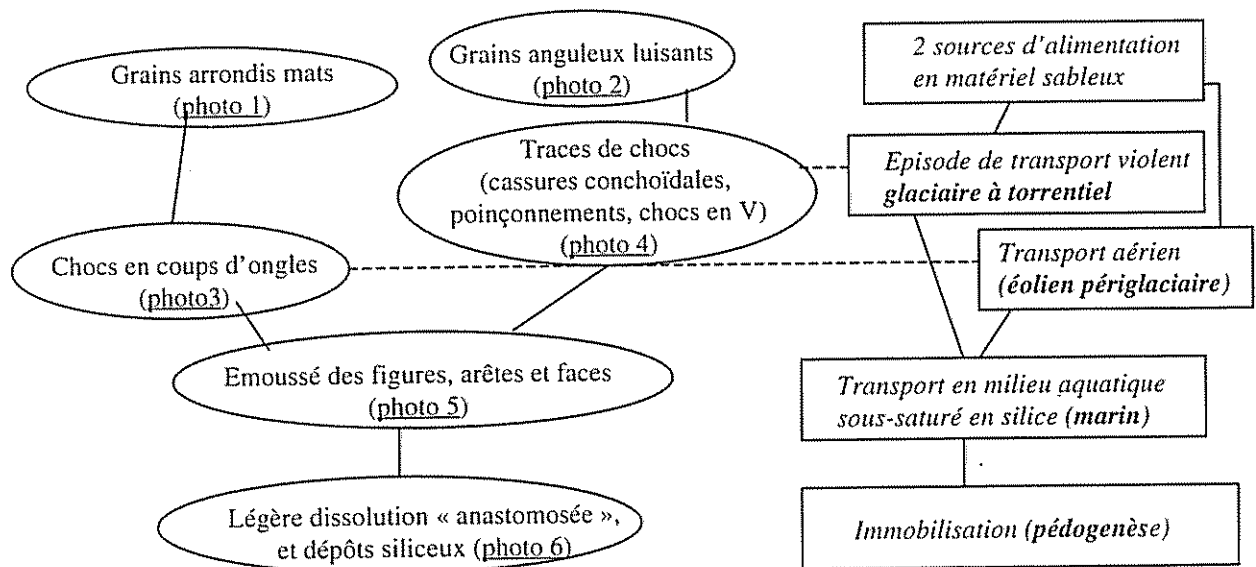


Fig. 17 - Exoscopie des quartz de la formation à silex.

L'une des populations présente des traces de chocs violents (cassures conchoïdales, poinçonnements, chocs en V) traduisant un épisode glaciaire à torrentiel. Les figures de chocs sont émoussées (arêtes et faces) et reflètent le passage des grains en milieu marin.

La population arrondie montre la présence de chocs éoliens (coups d'ongle, traînées), dont l'émoussé suggère que cet épisode éolien est antérieur à l'épisode marin.

Les figures de dissolution « anastomosée » sont peu développées, traduisant une chimie moins agressive de la nappe des sables pissards, ou une moindre destructuration de la périphérie des grains.

#### 4.1.5. Analyse pétrographique des séquences argileuses

Les résultats de cette analyse sont en cours de synthèse à la date de ce rapport et feront l'objet d'un complément de rapport ultérieur.

## 4.2. DATATIONS ET PALÉOENVIRONNEMENT

### 4.2.1. Palynologie

Seule une sélection de 34 échantillons ont été analysés au BRGM (G. Farjanel), dans la limite du budget de cette opération. La sélection a été faite dans le but de représenter les différents ensembles lithostratigraphiques et en choisissant les échantillons les plus susceptibles de fournir des résultats.

Un échantillonnage complémentaire a été réalisé par V. Vergne (USTL, Département de Géographie des milieux anthropisés) sur les niveaux tourbeux traversés par les forages tarières dans la plaine maritime interdunaire. Les analyses sont en cours.

Le détail des analyses palynologiques réalisées est reporté sur un tableau synoptique en figure 18.

On note de bas en haut :

- une association à tendance continentale dans la formation à silex et un important remaniement de matériel du substratum ;
- une microflore continentale, à *Corylus* dominant associé à *Quercus* et *Ulmus*, qui caractériserait le Boréal (8 000-9 000 ans), entre 17,70 et 21,28 m (partie inférieure de la formation des sables pissards) associée de manière fluctuante avec des spores de fougères, des plantes du schorre et des organismes marins. Cette flore peut cependant avoir été *pro parte* ou totalement remaniée dans le contexte de wadden ;
- une extension marquée des plantes du schorre dans le niveau argilo-carbonaté intermédiaire, associé à sa base à des formes marines ;



- peu d'information pour la tourbe basale de la formation dunaire : peu d'arbres et dominance de Cyperaceae, qui traduirait l'existence d'un marais à Cyperaceae.

On note également une pauvreté en microflore des niveaux tourbeux, qui pourrait traduire *a priori* des conditions édaphiques oxydantes du milieu ne permettant pas la conservation des pollens.

Ces données seront affinées dans le chapitre suivant par la confrontation des autres informations paléoenvironnementales.

#### 4.2.2. Géochronologie

7 échantillons ont été sélectionnés dans les niveaux tourbeux et argileux pour réaliser des datations par  $^{14}\text{C}$ .

Le tableau joint donne les fourchettes d'âge obtenu pour les différents échantillons.

Forage-profondeur	Formation	Faciès	Age $^{14}\text{C}$ conventionnel BP*	Age stratigraphique
F7 6,00-6,10 m	Formation dunaire	Tourbe B7	830 ans $\pm$ 40 ans	Actuel
F9 3,60-3,75 m	Formation dunaire	Tourbe B5	910 ans $\pm$ 40 ans	Actuel
M2_2/11,65-11,75 m	Sables pissards	Tourbe « supérieure »	3 450 ans $\pm$ 40 ans	Sub Boréal
M2_2/18,20-18-30 m	Sables pissards	Tourbe argileuse « moyenne »	7 080 ans $\pm$ 40 ans	Atlantique
M2_2/21,30-21,45 m	Sables pissards	Tourbe « inférieure »	7 440 ans $\pm$ 40 ans	Atlantique

\* L'Age conventionnel est déterminé à partir de la mesure de l'activité du  $^{14}\text{C}$ , normalisée par rapport à celle du carbone moderne référence et corrigé des effets isotopiques. Par convention la période du  $^{14}\text{C}$  est prise égale à 5 568 ans, et l'âge conventionnel est exprimé en ans BP (BP = 1950 après J.C.).

**Tabl. 3 - Résultats des datations au  $^{14}\text{C}$  Carbone.**

##### a) Échantillons de la formation des sables pissards

On note que la tourbe de base de la formation des sables pissards a un âge de 7 740 ans ( $\pm$  40 ans), correspondant au fini Boréal-début Atlantique (transgression Calais I) Atlantique (8 000-5 000 ans) ; la flore boréale observée dans ces niveaux serait donc remaniée.

La tourbe intermédiaire a un âge de 7 080 ans, plus franchement Atlantique. Cette tourbe précéderait les phases transgressives de Calais II, III ou IV, identifiées dans la plaine maritime flamande.

La tourbe prélevée à la partie supérieure des Sables Pissards est datée de 3 450 années. Dans la plaine maritime flamande cette tourbe, appelée tourbe de surface sépare l'Assise de Dunkerque de l'Assise de Calais et précède la transgression Dunkerque I.

***b) Échantillons de la formation dunaire***

On élimine l'échantillon M2\_2 6,60-6,70 en raison des traitements préalables qu'il a subi (calcimétrie) susceptibles de fausser le résultat.

Les deux niveaux de tourbes datés sont respectivement attribués au B7 (base de la formation dunaire) dans le F7 et au B5 dans le F9. L'échantillon prélevé topographiquement plus haut (F9/B5) est daté de 910 ans  $\pm$  40 ans ; l'échantillon F7/B7 topographiquement plus bas, serait plus récent (830 ans  $\pm$  40 ans).

## 5. Interprétation des résultats

### 5.1. SUCCESSION DES PAYSAGES PALÉOGÉOGRAPHIQUES

La synthèse des informations recueillies au cours de cette étude permet de reconstituer les principales étapes de l'évolution quaternaire du système côtier entre Berck et Merlimont.

Les différents ensembles lithologiques identifiés dans le Quaternaire reflètent un contexte paléoenvironnemental évoluant depuis un littoral de falaise au Pléistocène, en contexte climatique glaciaire et périglaciaire, vers un envahissement progressif et saccadé de la mer au Flandrien (du fini-Boréal au fini Sub-Atlantique). Le retrait de la mer après colmatage de la baie permet l'installation récente du système dunaire.

#### 5.1.1. Configuration du soubassement crayeux. Dépôt de la formation à silex : paysage périglaciaire fluvio-littoral

La formation à silex s'est mise en place au pied de la falaise que constitue l'arrière-pays crayeux actuel.

Au pied de cette falaise, la surface de la craie, plonge légèrement vers la mer, en panneaux successifs. La reconstitution géométrique transversale à l'aide des forages M1\_2, M2\_2 et M3 suggère un effondrement plus marqué, en grabben du panneau central, au droit des forages M2 et B1. Ceci conforte les observations faites plus au Sud (nord du Merquenterre par N. Beun et Broquet, 1980).

Cette formation n'est pas datée. Elle est attribuée au Pléistocène, par corrélation de faciès avec les formations équivalentes de la plaine maritime flamande (Sonné *et al.*, 1999). Par comparaison avec les données du forage de Rue (M. Ters *et al.*, 1980), on peut penser qu'elle appartient au Weichsélien.

L'analyse palynologique montre la présence d'association végétale à tendance continentale et un fort remaniement du substratum. Cette observation rejoint celle d'une surface altérée de la craie dans le forage M3 de glomérules de craie dans les toutes premières séquences de cette formation (M3), qui évoque une gélifraction-cryoturbation de la surface de la craie.

L'analyse exoscopique des quartz, prélevés dans une séquence sableuse, souligne une histoire glacio-torrentielle d'une partie des grains, suivie d'un transport en eau marine. Une autre population de quartz montre une histoire éolienne préalable à un transport en milieu marin.

La distribution granulométrique des silex montre un granoclassement décroissant et un tri granulométrique de l'est vers l'ouest et entre le secteur de la réserve et la ville de

Berck. Le positionnement dans le diagramme de Passéga témoigne d'une mise en place par roulement au fond ou saltation.

L'organisation en séquences sableuses ou grossières est plus structurée, et stratocroissante dans les forages au droit de la réserve.

Ces différents éléments permettent de reconstituer l'environnement suivant (fig. 19).

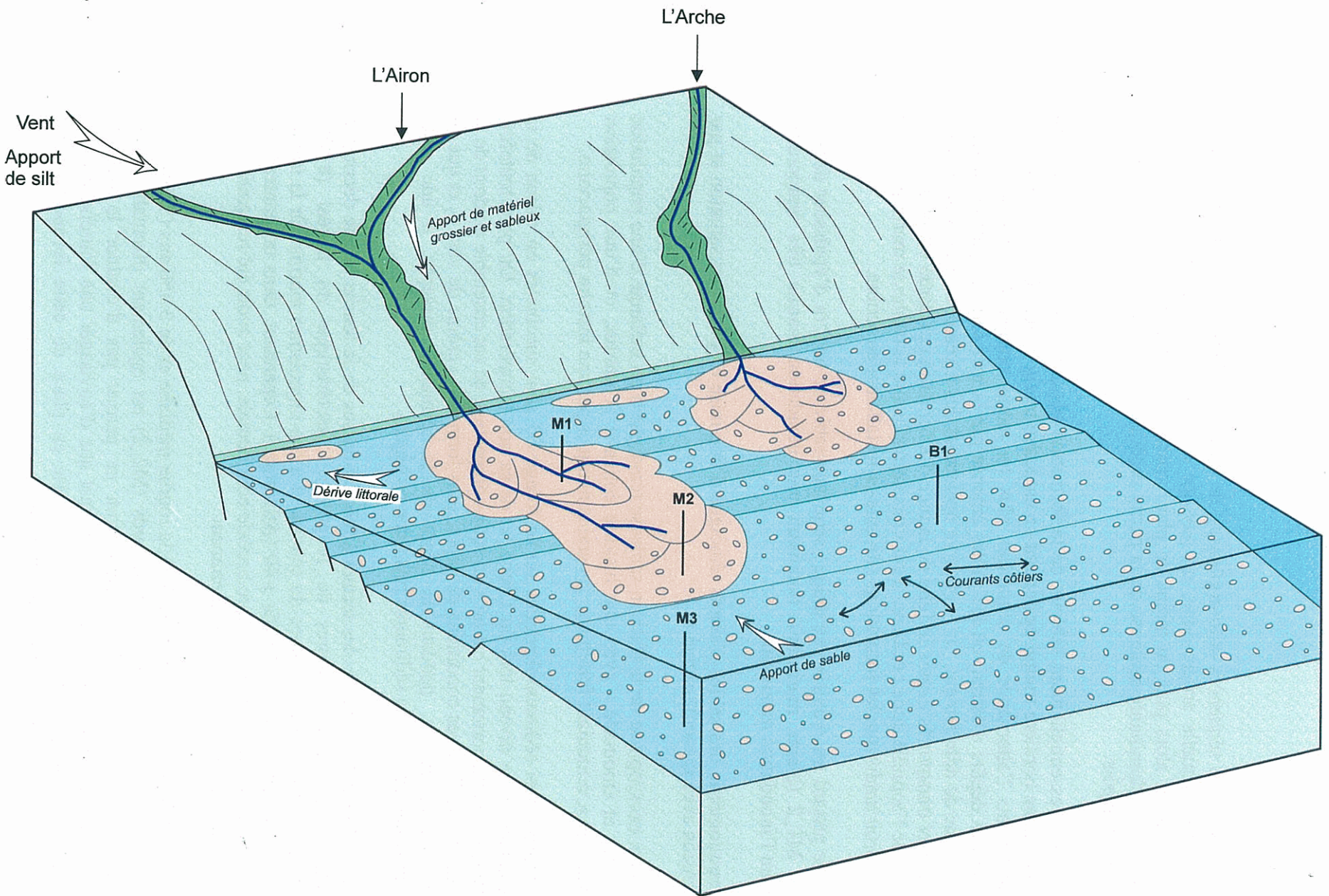
La mer pléistocène est transgressive sur une plate-forme crayeuse, gélifractée, effondrée au pied de la falaise de l'actuel plateau crayeux. Cette falaise, qui arme le littoral pléistocène, est entaillée par des rivières torrentielles (que l'on appellera l'Airon et l'Arche) transportant les produits résiduels de l'érosion glacielle de la craie à silex. Le plateau crayeux est alors une plaine aride, soumise à la déflation périglaciaire du loess et du sable, en association avec une flore continentale froide. Au pied de la falaise, sur une surface également gélifractée, effondrée en panneaux de craie successifs, avec une zone d'affaissement plus important, au niveau de l'actuelle arrière-dune, les torrents et le vent apportent un matériel grossier (galet, gravier, sable), qui s'accumule par le biais de chenaux deltaïques progradants en séquences stratocroissantes et granodécroissantes pour la fraction de graviers et galets, et alternativement sableuses ou grossières. A la différence de la série attribuée au Weichsélien par M. Ters *et al.* (1980); cette organisation témoigne d'une structuration fluviodeltaïque. L'analyse fine de cette succession permettrait sans doute d'y retrouver les différents épisodes à dominante continentale ou marine, liés aux glaciations fini-pléistocènes.

Le matériel grossier est remanié par la zone de déferlement de la mer et s'organise au pied de la falaise en un cordon de galets grossiers ou est entraîné vers le large en subissant un tri granulométrique, comme cela se produit actuellement le long des falaises normano-picardes. La fraction sableuse reflète 2 populations : des sédiments fins issus des rivières torrentielles et des sédiments ayant subi un transport éolien et marin plus prolongé, traduisant un apport de sédiments par la mer.

### **5.1.2. Formation des sables pissards. Paysage de wadden dans lequel débouchent les estuaires de l'Airon et de l'Arche**

La formation des sables pissards témoigne d'une paléogéographie variable dans les différents forages traversés.

L'abondance de coquilles, dont les débris constituent une fraction importante de la composition du sable, traduit le caractère marin des sédiments. Cela est confirmé par l'analyse exoscopique qui témoigne d'un émoussé important des grains de quartz, qui traduit un transport en milieu marin, sous-saturé en silice. Par ailleurs, cette analyse montre également que le stock sableux remanie les sables apportés par les torrents glaciels pléistocènes.



69 Fig. 19 - Reconstitution du paysage entre Berck et Merlimont au début des dépôts pléistocènes.

L'organisation de séquences silto-argileuses, de tourbes sableuses et de sables évoque, au droit de l'actuelle arrière-dune, un paysage de wadden (slikke et schorre). Les tourbes seraient alors plus ou moins en place remaniées depuis les zones de schorre (molières). La dominante sableuse de la partie supérieure traduirait un caractère moins confiné des dépôts.

Le caractère essentiellement sableux de la formation pissarde dans le M3 au droit de l'actuelle dune bordière traduit également un caractère marin ouvert. On a observé dans ces sédiments l'alternance de séquences plus ou moins compactées qui pourraient traduire des dépôts d'estran, où les sables amenés par la mer seraient plus compactés dans la zone de déferlement. On y observe également des niveaux de galets de tourbes remaniés et transportés depuis le fond de la baie. La formation pissarde est plus épaisse au droit de l'actuelle dune bordière. Il est vraisemblable que le contexte marin perdurait à cet endroit tandis que les formations suivantes s'installaient en arrière.

Le sable pissard est réduit à une unique séquence sableuse de 2 m d'épaisseur dans le forage M1\_2 (plaine maritime), traduisant une inondation marine très temporaire, reflétant l'inondation maximum.

La granulométrie des sables pissards témoigne d'une mise en place par saltation et par suspension avec granoclassement.

L'analyse exoscopique de la fraction sableuse témoigne d'un mélange d'une population « arrondie et émoussée » avec une histoire éolienne et marine, et d'une population « anguleuse », remaniant fortement les grains marqués par une histoire périglaciaire.

Les informations sédimentologiques sur le forage B1 sont succinctes en raison de la liquéfaction de ce niveau lors du forage, et de sa non-récupération. On peut toutefois penser que ce comportement est lié à un sous-compactage de cet ensemble au droit de la ville de Berck, lié à ses conditions de dépôt, sous forme de « crème de vase », et que ce secteur correspondrait, pendant le dépôt de la formation pissarde, à une zone d'accumulation rapide de sédiments fins (baie protégée).

L'analyse biostratigraphique des termes situés au-dessus de la tourbe basale décrit une microflore continentale (spores de fougères), caractéristique du Boréal (8 000-9 000 ans), associée à des plantes du schorre et à des organismes marins. Or la tourbe basale a livré un âge de 7 740 Ma  $\pm$  40 (Atlantique). Cependant, dans un contexte de wadden, cette tourbe, comme la flore boréale continentale, peut avoir été remaniée et ce niveau peut avoir été déposé plus récemment.

L'âge de 7 080 ans  $\pm$  40 (Atlantique) de la tourbe médiane et de 3 450 ans (Subboréal) de la tourbe supérieure des sables pissards (M2\_2) est également discutable si on imagine un remaniement. Cette imprécision ne permet pas d'évaluer le taux de sédimentation des sables pissards, et ne permet que d'envisager une fourchette d'âge vraisemblablement plus restreinte pour la mise en place de cette formation entre l'Atlantique et le Subboréal (8 000 à 2 700 ans).

Cependant, une approche grossière du taux de sédimentation, si on admet que les tourbes sont peu remaniées, souligne un net ralentissement du taux de sédimentation entre la fourchette de temps entre la formation de la tourbe basale et de la tourbe intermédiaire (8,75 cm/an) et celle entre la formation de la tourbe intermédiaire et de la tourbe supérieure (0,18 cm/an). Ce ralentissement serait plus tardif que celui décrit par L. Denys et C. Baeteman (1994) dans les Moeres, en plaine maritime flamande et plus précoce que celui décrit pour l'ancien estuaire de l'Aa (Dunkerquien).

Le phénomène de ralentissement du taux de sédimentation serait, si ces datations sont confirmées, plutôt à rattacher à un phénomène lié à l'hydrodynamisme des estuaires (C. Baeteman *et al.*, 1998) qu'à des épisodes de transgressions-régressions liés aux variations eustatiques.

Une analyse séquentielle fine, confortée par un suivi palynologique plus détaillé que ce qui a pu être fait dans l'enveloppe budgétaire de ce projet, permettrait de mieux évaluer ce taux de sédimentation et éventuellement de caler cette succession lithologique par rapport aux événements transgressifs de l'Holocène décrits par M. Ters (1973).

En résumé, ces différents éléments permettent donc de reconstituer le paysage suivant (fig. 20).

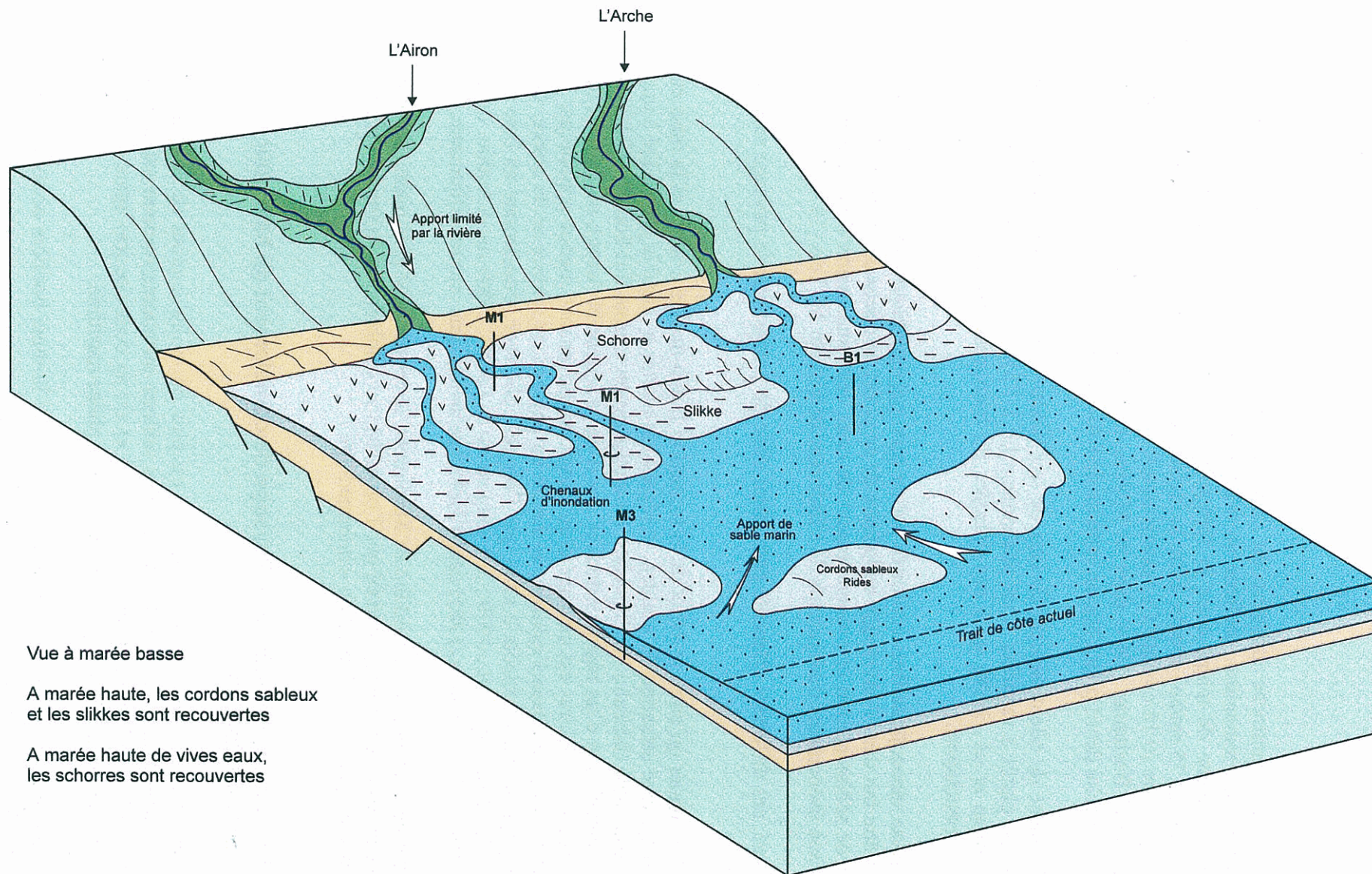
On peut imaginer qu'entre le dépôt de la formation fluvio-marine à silex, et la mise en place du système estuarien de wadden, la régression marine a laissé la possibilité à une flore continentale (boréale) de s'installer. La transgression marine fini-boréale (Calais I) permet l'installation d'un régime estuarien des rivières (Arche et Airon), où l'apport de sédiments par les rivières est mélangé d'un apport de provenance marine apporté par la houle et les marées. Dans l'estuaire, se forme un paysage de schorre et de slikke. Ce type de paysage est semblable à celui que l'on peut observer actuellement en baie de Somme (Y. Demarcq *et al.*, 1979 ; J.P. Dupont et R. Lafite, 1985) ou d'Authie, ou à celui décrit par C. Baeteman (1985) dans l'Holocène de la plaine maritime flamande.

A hauteur de l'actuelle dune bordière de Merlimont, le contexte est plus marin, de type plage, et ce paysage perdure, pendant que l'on assiste au comblement du fond de la baie et à la mise en place de la formation « intermédiaire ».

### **5.1.3. Formation intermédiaire. Paysage de comblement de baie pour l'estuaire de l'Airon**

Le niveau intermédiaire d'argile carbonatée est plus ou moins continu au droit de la réserve, passant latéralement à des faciès plus sableux ou alternativement sableux et argileux. Il n'est pas exprimé dans le forage B1 et est au contraire très épais dans les forages M1, à l'arrière du système dunaire, dans la plaine maritime.

Altimétriquement plus élevé et peu épais au droit de la dune bordière actuelle, il est vraisemblablement plus tardif.



Vue à marée basse

A marée haute, les cordons sableux  
et les slikkes sont recouvertes

A marée haute de vives eaux,  
les schorres sont recouvertes

Fig. 20 - Reconstitution d'un paysage de wadden pendant le dépôt de la formation des sables pissards.

Les séquences argileuses sont organisées en lamines et sont plus ou moins chargées en débris végétaux. La proportion de carbonates est très forte (30 à 35 %) dans les argiles. Cette fraction carbonatée, à laquelle on attribue le mode granulométrique de 5 µm, refléterait une forte production biologique dans un milieu confiné, voire palustre, partiellement néoformées.

Enfin, on a noté l'abondance particulière d'interstratifiés illite-smectite dans ce niveau, aux dépens de la phase terrigène chlorite et kaolinite héritée qui constitue l'essentiel des argiles des autres formations.

Ces différents éléments permettent donc de reconstituer le paysage suivant (fig. 21) : tandis que le contexte marin perdure au droit de l'actuelle dune bordière, on assiste à la phase finale du comblement de l'estuaire de l'Airon, avec, au droit de la réserve, un paysage instable de slikke argileuse et de shorre faiblement végétalisé et facilement détruit, soit par l'envahissement par la slikke, ou par des chenaux résiduels et divaguants, plus sableux. Ce contexte palustre serait éventuellement protégé de l'influence marine par un cordon dunaire qui aurait été situé à l'ouest de l'actuelle plaine interdunaire.

Le comblement de l'estuaire de l'Arche est plus tardif, et nettement influencé par l'action anthropique.

Cette phase de comblement arrive plus tardivement vers l'ouest, au droit de l'actuelle dune bordière. Le milieu marin franc est alors repoussé au-delà du rivage actuel.

#### **5.1.4. Formation dunaire. Installation du système dunaire**

La formation dunaire est constituée d'alternances de séquences sableuses et de séquences tourbeuses ou sablo-tourbeuses.

La granulométrie est homogène avec les sables sous-jacents et en souligne l'origine commune. L'exoscopie souligne l'importance de la phase éolienne qui a précédé l'immobilisation des grains. Ce phénomène éolien remanie le sable des formations précédentes (formation des sables pissards et formation à silex) depuis la plage.

La nature acide de la nappe dunaire, et l'effet de son battement, est soulignée par la teneur en calcite qui témoigne d'une décalcification des séquences superficielles et plus particulièrement de la dune bordière. Cela est reflété également par les figures de dissolution qu'ont subi les grains après leur immobilisation, observés en exoscopie et par la mauvaise conservation des pollens dans les niveaux tourbeux ou de sables tourbeux.

Les études de géophysique ont permis de reconstituer la distribution des niveaux tourbeux au sein des séquences sableuses, sous forme de larges cuvettes d'extension variable. Les datations géochronologiques, sous réserve qu'il n'y ait pas de remaniement des niveaux datés, suggèrent que ces niveaux se soient mis en place sur une topographie irrégulière, il y a, au plus, 910 ans ± 40 ans BP (fig. 22).

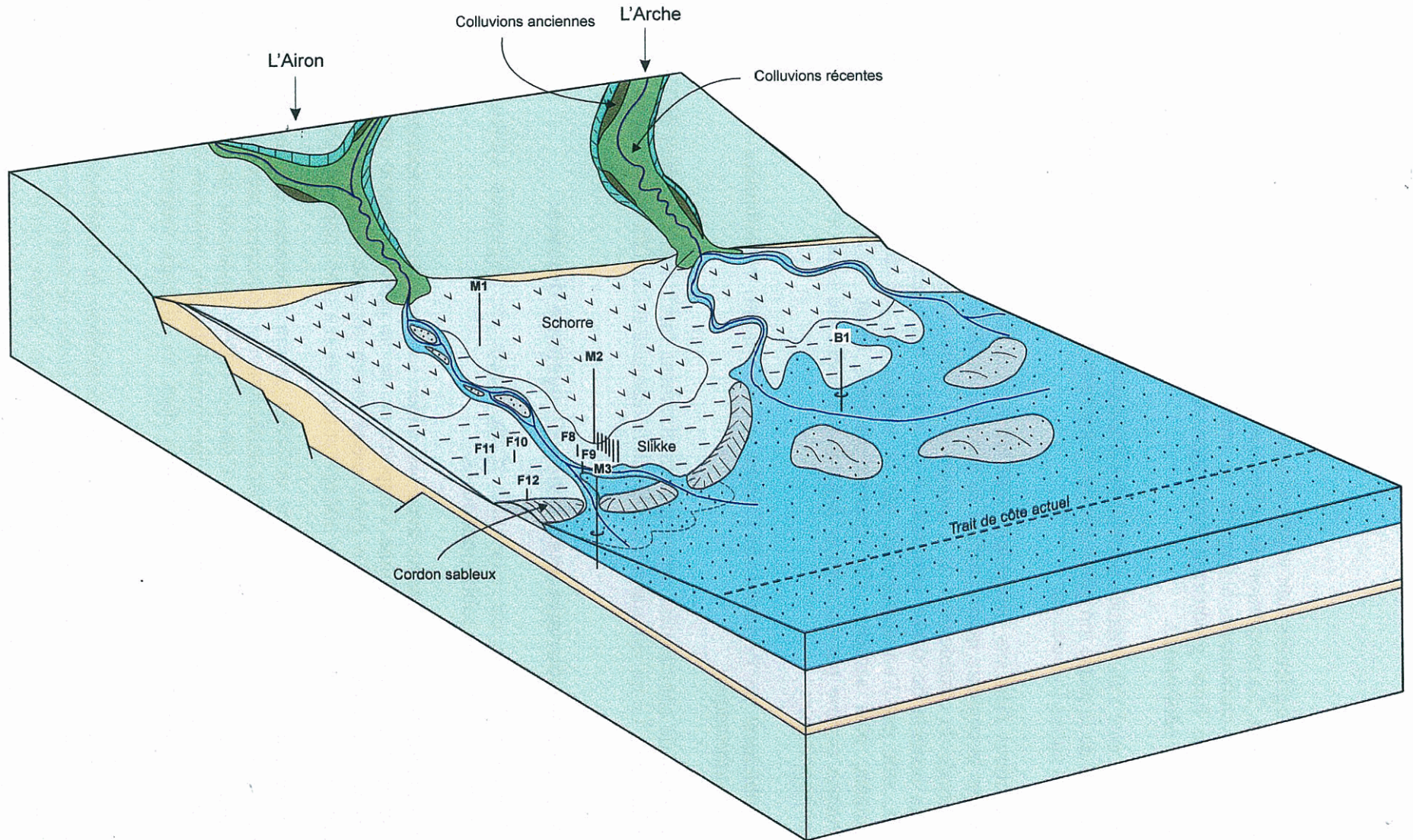


Fig. 21 - Paysage de comblement d'estuaire pendant le dépôt de la formation intermédiaire.

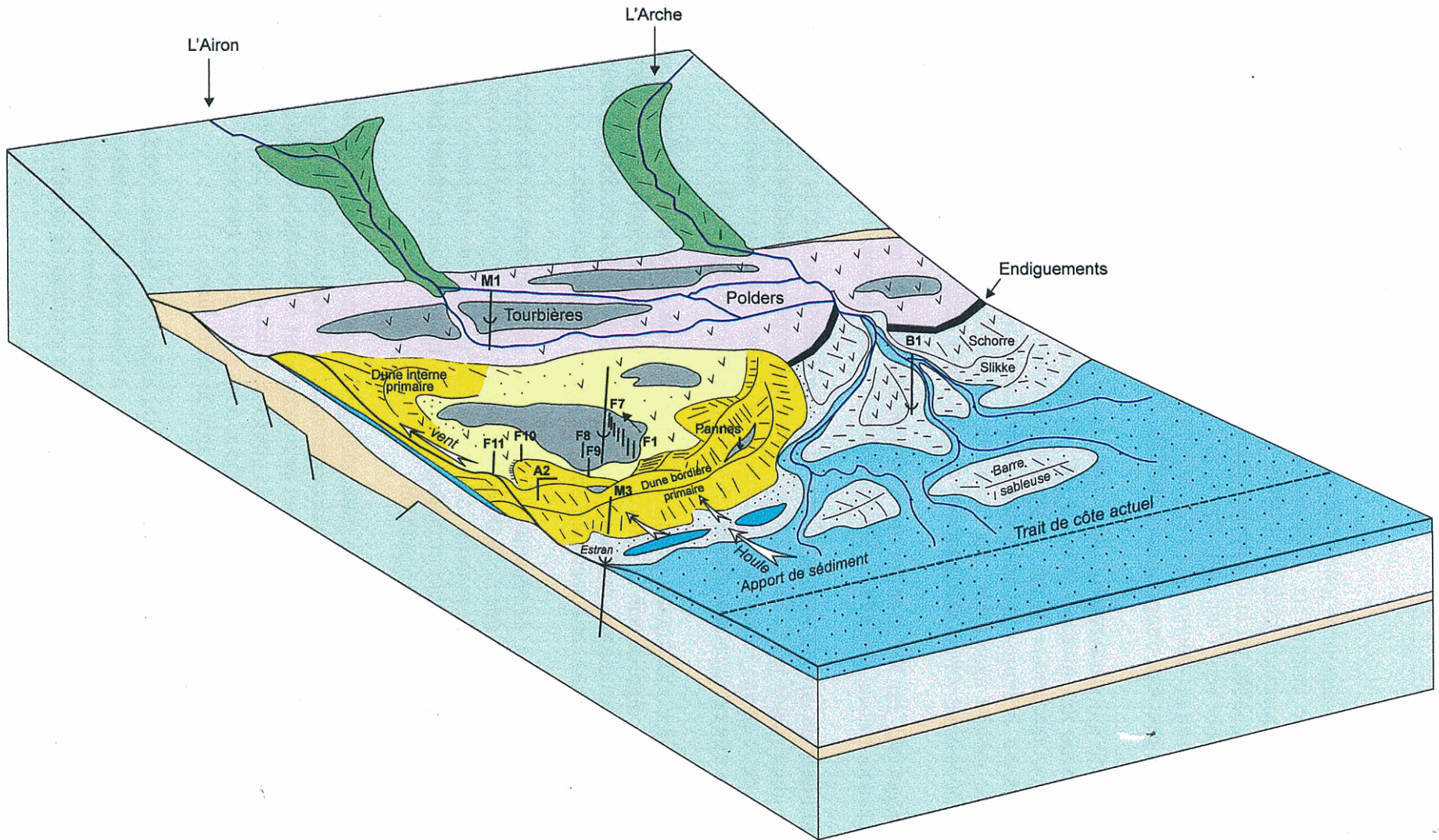


Fig. 22 - Installation de la dune primaire (début du dépôt de la formation dunaire).

L'alternance des séquences tourbeuses et sableuses dans la plaine interdunaire suggère la succession de conditions climatiques contrastées, permettant alternativement la dominance du paramètre hydrogéologique favorisant le développement de la végétation et la fixation du sable, ou la dominance du paramètre climatique favorisant la migration éolienne du sable vers l'intérieur des terres. La cyclicité de ces périodes ne peut être évaluée en raison du diachronisme des dépôts tourbeux, d'un point à l'autre du système dunaire, mais peut être imaginée de l'ordre de 100 à 200 ans.

Le forage M3 qui a traversé la dune bordière ne recoupe pas de niveaux franchement tourbeux, mais des niveaux plus chargés en débris végétaux, qui témoigneraient de l'installation temporaire d'une végétalisation dans les pannes intradunaires, mal conservées par la reprise de transport éolien. Le profil géoradar fait dans la dune de Merlimont montre également, par la succession des strates obliques, l'oscillation du sommet de la dune vers la mer puis vers la terre dans une époque très récente.

Les forages M2\_1 et M2\_2 et F7 ont traversé, sur quelques mètres, la dune interne ou les séquences basales de celle-ci. On y retrouve la tourbe basale de la formation dunaire.

La continuité du niveau tourbeux sous la plaine interdunaire et en bordure ouest de l'arrière-dune plaide plutôt en la faveur d'une mise en place interdépendante de la dune bordière, de la plaine interdunaire, et de l'arrière-dune, par dérive éolienne d'ouest en est, comme cela est décrit par Nordstorm *et al.*, 1990, en Orégon (US).

La dune bordière s'accumule pendant les **périodes de dominance éolienne** avec un régime de vent régulier sur le littoral, à peu de chose près équivalent à l'actuel, et remanie le sable des plages, provenant lui-même des sables pissards déposés au large du littoral actuel. Pendant cette accumulation, la ligne de rivage est stable.

Pendant les périodes à dominante éolienne avec augmentation de la fréquence des tempêtes, la façade maritime de la dune bordière est attaquée et le sable est remanié, de la dune bordière vers l'arrière-dune sous forme de « pourrières » de plus en plus planes au fur et à mesure que le sable progresse vers l'est. Le relief de la **plaine interdunaire** est irrégulier et traduit cette progression.

La **dune interne** est décrite sur la carte géologique comme une ancienne dune littorale, plus ou moins mobile. L'histoire paléogéographique reconstruite décrit un processus de comblement progressif de la baie, et un recul progressif du littoral vers l'ouest, suivi par une réactivation éolienne bien identifiée pour les sables de la plaine interdunaire. Cette interprétation va à l'encontre de l'hypothèse d'un paléorivage (absence d'alimentation en sable, absence de sédiments marins au large de cette dune).

Le cordon le plus distal serait plutôt, comme l'a suggéré A. Briquet (1930), l'écho d'un rivage positionné plus en interne que l'actuel : il résulterait de la dérive éolienne des tout premiers cordons dunaires bordiers, en position plus interne qu'actuellement (ouest de l'actuelle plaine interdunaire), peut-être initiés pendant le dépôt de la phase de comblement terminal.

Les formes paraboliques de la dune interne reflètent la direction sud-ouest dominante du vent. L'accumulation du sable au niveau de l'arrière-dune est favorisée probablement par une atténuation de la vitesse et de la capacité de transport du vent et/ou par l'existence d'irrégularités du relief («*tuc*») générant une certaine rugosité (V. Vergne, 1986 ; Y. Battiau-Queney *et al.*, 1996, 1997).

Les oscillations récentes montrées par l'analyse des structures obliques des termes supérieurs de la dune bordière montre que cette progression n'est pas continue. Ces oscillations sont vraisemblablement liées à des variations des vents dominants à la fréquence des tempêtes et/ou à des oscillations de la ligne de rivage.

Les **périodes de dominante humide** permettent le développement de la végétation dans les pannes intradunaires et la plaine interdunaire, inondées par la nappe phréatique. Cela favorise l'accumulation des niveaux tourbeux qui ont été reconnus par forage et géophysique.

La reprise du transport éolien fossilise ces niveaux tourbeux dans la plaine interdunaire, tandis qu'ils sont remaniés dans les dunes, le paramètre éolien n'étant pas négligeable, malgré l'impact saisonnier de la nappe phréatique.

L'arrière-dune est progressivement fixée par la végétation, de façon plus pérenne que la dune bordière grâce à sa position plus abritée sous le vent.

L'étude géophysique permet de dénombrer au moins cinq alternances humidité dominante/vent dominant, depuis la dernière régression marine et le comblement de l'estuaire de l'Airon, qui ont permis l'installation d'un système dunaire.

La configuration actuelle de la dune correspondrait plutôt à une période où l'humidité est importante. Cependant, jusqu'à récemment, la politique de fixation de la dune engendrait un maintien artificiel des zones humides. Simultanément, l'érosion des plages et du versant marin de la dune suggère un déficit en apport de sable, lié notamment aux aménagements en amont du courant côtier. Celui-ci, s'il fragilise la façade maritime de la dune, diminue également le transit éolien vers l'intérieur, et y favorise le développement de la végétation.

La formation dunaire dans le forage B1 est réduite à moins d'1,50 m de sables. Les termes supérieurs, enrichis en argile et en granules de craie, résultent de la poldérisation anthropique de l'estuaire de l'Arche. La présence de fins niveaux sableux témoigne toutefois de l'envahissement temporaire de ce polder par des sables éoliens.

La poldérisation progressive de l'estuaire de l'Arche, par endiguement, a été favorisée par un phénomène de comblement plus tardif que celui de l'Airon. Elle s'est faite parallèlement à la mise en place du système dunaire plus au nord.

Le cordon dunaire côtier de Berck est très étroit, et s'est mis en place postérieurement à cette poldérisation (à la faveur d'un endiguement ?) : il repose sur les derniers pouliers de l'Arche datés de 1779 (fig. 23).

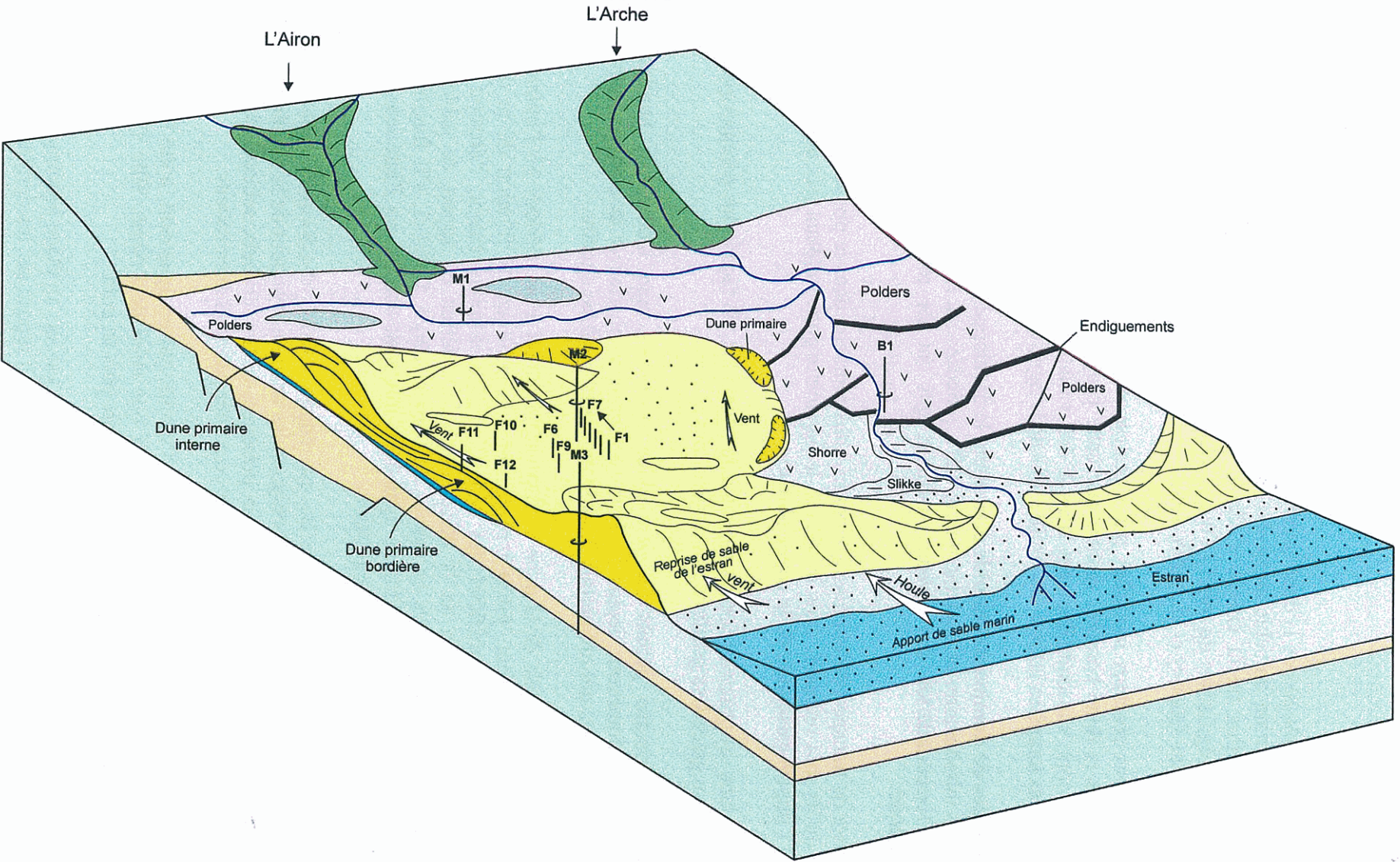


Fig. 23 - Progression de la formation dunaire (~150 ans).

## **5.2. SYNTHÈSE DES PARAMÈTRES DE L'ÉVOLUTION DU SYSTÈME CÔTIER PICARD**

Les principaux paramètres de la mise en place des sédiments quaternaires dans le secteur apparaissent comme étant les variations climatiques, les variations du niveau de la mer, l'alimentation en matériel sédimentaire et l'hydrodynamisme marin. Ces différents paramètres se combinent, avec la prépondérance de l'un ou de l'autre aux différentes époques. Enfin l'anthropisme se marque fortement sur les périodes récentes.

### **5.2.1. Variations climatiques**

Le climat évolue d'un climat périglaciaire au Pléistocène, vers un climat tempéré dès le début de l'Holocène.

Le climat périglaciaire du Pléistocène génère un paysage de ruisseaux torrentiels et marque une partie du matériel sédimentaire.

Le rôle du climat n'est pas essentiel pendant le dépôt des sables pissards.

Le climat présente une cyclicité marquée dans le dernier millénaire, qui se traduit par l'alternance de périodes plus ou moins humides. Cette cyclicité est un facteur important de la stabilité ou de l'instabilité des dunes. Cette cyclicité influence fortement le jeu de la nappe phréatique et favorise ou non le développement de la végétation.

Par ailleurs, ces variations climatiques ont une influence sur le niveau de la mer.

### **5.2.2. Variations du niveau de la mer**

Les variations du niveau de la mer sont l'un des paramètres importants de la mise en place des séries quaternaires du secteur considéré.

Elles sont réglées par des variations climatiques (eustatisme) et sans doute également à l'effet de la tectonique.

Les variations eustatiques correspondent à une modification du volume de l'hydrosphère lors des changements climatiques.

L'effet de la tectonique a vraisemblablement joué dès le Pléistocène en configurant un bassin d'effondrement en panneaux successifs limités par des failles d'extension orientées N-S, et qui joue vraisemblablement encore à l'Holocène, permettant l'accumulation des sédiments pissards par accommodation du fond.

Au Pléistocène, le niveau de la mer est bas, et la tendance est érosive, pour atteindre le niveau 0, amenant à la mer du matériel grossier. C'est la période où se configure le bassin d'effondrement où vont s'accumuler les sédiments quaternaires.

A l'Holocène, la fonte des glaciers a généré une augmentation du volume de l'hydrosphère qui génère une transgression saccadée de la mer flandrienne. Le niveau 0 est plus élevé, la tendance érosive sur le continent est moindre et la capacité de transport et d'apport de matériel par les rivières est moindre. Les sables pissards accumulés résultent d'un remaniement marin des sables sous-jacents et vraisemblablement aussi d'un apport marin.

Par ailleurs, il est vraisemblable que le bassin sédimentaire considéré soit influencé par la tectonique quaternaire, et que le jeu en extension des panneaux de craie, dès le Pléistocène ait permis une accommodation du bassin à l'accumulation des sédiments. Cette tectonique se marque par la configuration en grabben du sous-bassin crayeux dans le secteur considéré, compensée par des surépaisseurs de sédiments pléistocènes et pissards, de façon à ce que les faciès de comblement aient une configuration quasi horizontale.

La faible énergie des rivières à l'Holocène facilite le comblement progressif des estuaires par des sables marins, jusqu'à la phase de comblement final qui permet le dépôt des argiles de la formation intermédiaire.

L'altitude du niveau d'argile, à environ 4 m NGF, et son prolongement sur l'estran implique que le comblement s'est fait au cours d'une légère régression marine, la ligne de rivage étant repoussée vers le large par rapport à sa position actuelle.

Le système dunaire s'est installé il y a environ 930 ans  $\pm$  40 BP, sur ces faciès de comblement, par des processus éoliens. L'oscillation de la dune bordière, autant que l'existence d'arrière-dune plus distale reflète vraisemblablement une légère oscillation de la ligne de rivage, et donc de l'estran, source de matériel sableux. L'amplitude maximum de cette oscillation correspondrait à la largeur des cordons dunaires bordiers ou internes.

### **5.2.3. Matériel sédimentaire et hydrodynamisme**

Le matériel sédimentaire qui constitue les sédiments quaternaires montre par l'analyse exoscopique et la granulométrie une très forte homogénéité. Deux pôles d'alimentation sont identifiés dès le Pléistocène, l'un, fluviatile et grossier, apporté depuis les plateaux crayeux de l'Artois, l'autre traduisant une histoire éolienne puis marine. Le granoclassement observé au droit du site étudié se poursuit vraisemblablement vers le large.

L'apport en matériel fluviatile est négligeable lors du dépôt des sables pissards, sans doute lié à une faible capacité de transport des rivières au Boréal-Atlantique. Le sable de comblement est apporté aux estuaires par la mer, et on observe la dominance de l'apport « éolien-marin ». Le contexte hydrodynamique au moment du dépôt des sables pissards est donc vraisemblablement lié à la marée, avec une marée montante dominante dans les estuaires de l'Arche et de l'Airon.

Il n'y a pratiquement plus d'apport sableux, ni par la mer ni par le continent, lors du dépôt de la formation intermédiaire. Les chenaux divaguants de ce paysage de slikke et schorre remanient les sables pissards.

La mise en place des dunes se fait à partir du même stock de sables issus d'un mélange de sables apportés par les rivières pléistocènes et d'un matériel « éolien marin » apporté par la mer. Les sables des dunes sont marqués par plusieurs générations de chocs éoliens, en alternance avec des épisodes marins de dissolution : cela traduit leur séjour sur l'estran. L'alimentation en sable des dunes est donc fortement liée à l'hydrodynamique de l'estran, comme cela a par ailleurs été démontré par les bilans de matière sur les profils topographiques sur la dune et sur l'estran. Les alternances de séquences sableuses et de séquences tourbeuses ont été attribuées à une alternance de périodes humides et de périodes à dominante éolienne. On peut cependant penser que ce paramètre climatique se combine avec la présence ou non d'un stock de sable. Si le sable stocké sur l'estran n'est pas renouvelé, la façade maritime de la dune est fragilisée, comme dans la situation actuelle.

#### **5.2.4. Aménagement humain. Situation actuelle**

L'évolution récente de l'ensemble quaternaire picard est fortement influencée par l'effet des aménagements humains : on a noté que si le comblement de l'estuaire de l'Airon s'est fait selon un processus naturel, la tendance naturelle au comblement de l'estuaire de l'Arche a été plus tardivement favorisée par les endiguements.

De la même façon, les aménagements côtiers en amont du courant littoral, en limitant le transit sud-nord des sédiments, ont engendré un déficit en sable, qui a fragilisé la façade maritime des dunes. Cette fragilisation est peut-être accentuée par le phénomène de remontée du niveau de la mer actuellement enregistré, et l'occurrence de surcôtes marines, lors d'événements de tempête.

On rappellera la fragilité très grande du cordon dunaire à hauteur de la ville de Berck, très récemment installé sur des faciès de comblement partiellement artificiels.

Enfin, le maintien des zones humides et la végétalisation du système dunaire a stabilisé la façade interne des dunes, la plaine interdunaire et l'arrière-dune.

### **5.3. SCÉNARIOS GÉOPROSPECTIFS DE L'ÉVOLUTION DU SYSTÈME CÔTIER PICARD**

Si l'un des paramètres énumérés précédemment devient dans le futur prépondérant, il est possible de préfigurer le devenir de ce secteur côtier, à la lumière de l'histoire antérieure de l'ensemble quaternaire picard. Certains de ces paramètres sont contrôlables par l'homme, d'autres relèvent de phénomènes naturels globaux.

### **5.3.1. Changements climatiques**

#### ***a) A l'échelle locale***

A petite échelle de temps et de variation, on a mis en évidence une cyclicité des périodes humides et sèches dans la construction de la dune.

En faisant abstraction de la composante anthropique, la configuration actuelle de la dune est celle d'une période humide. Le retour d'une période sèche entraînerait une désertification de l'ensemble dunaire actuel et une plus grande fragilisation de la façade maritime de la dune, en raison du déficit en sédiments. Ce dernier phénomène serait particulièrement critique dans le secteur de Berck Plage.

Le maintien artificiel ou naturel des zones humides favorise la stabilisation de l'ensemble dunaire.

#### ***b) A l'échelle globale***

On a noté au cours du Quaternaire une évolution du climat depuis un climat périglaciaire vers un contexte tempéré, avec des retours temporaires de périodes froides, accompagnées de régressions marines. Cette évolution à plus grande échelle peut se poursuivre et se traduire par un réchauffement ou un refroidissement.

Un refroidissement entraînerait, par eustatisme, une régression marine et favoriserait le développement du système dunaire vers l'ouest.

Un réchauffement planétaire naturel ou anthropique entraînerait un effet d'eustatisme et une remontée du niveau de la mer. La montée du niveau de la mer fragiliserait le cordon dunaire bordier et entraînerait la destruction progressive du système dunaire et des terres argileuses de la formation intermédiaire et le recul progressif du trait de côte. Il faut cependant que la montée du niveau de la mer soit d'environ 4 m pour que l'inondation atteigne de façon pérenne la plaine maritime (Berck-ville, Rang-du-Fliers, Merlimont-ville) et de 7 m pour envahir la plaine interdunaire.

Réchauffement ou refroidissement peuvent engendrer des modifications météorologiques et hydrodynamiques dont nous ne connaissons pas les conséquences. Différents scénarios peuvent être imaginés, mais nous ne disposons pas de tous les éléments pour penser que l'un ou l'autre se manifesterait plutôt que l'autre.

On peut imaginer qu'une modification climatique entraînerait une plus grande sécheresse ou au contraire une plus grande pluviosité, une modification de la direction des vents dominants, une accentuation ou au contraire une diminution de l'ampleur et de la quantité de tempêtes, une modification de l'hydrodynamisme littoral.

Une plus grande sécheresse favoriserait le transit éolien et la désertification du système dunaire, en fragilisant le cordon dunaire bordier, si le déficit en sable est maintenu.

Une plus grande humidité favoriserait le maintien des zones humides et la fixation de la dune par la végétation. Elle n'empêcherait pas la fragilisation du cordon dunaire par la montée du niveau de la mer.

Une plus grande amplitude et fréquence des tempêtes engendreraient la fragilisation ou la rupture du cordon dunaire bordier. Leur association prévisible avec des marées de vives-eaux, entraînant des surcôtes marines peut entraîner, s'il y a rupture des cordons bordiers, l'inondation temporaire des plaines maritimes : c'est vraisemblablement ce type de phénomène qui a permis le dépôt de lits sableux au sein des séquences anthropisées du sommet du forage B1.

Une modification de la direction des vents dominants modifierait le transit éolien à l'échelle des oscillations observées dans la dune bordière. Il se marquerait également par l'hydrodynamisme littoral.

Une modification du régime des marées changerait également l'apport en sable et son transit S-N.

### 5.3.2. Mouvements néotectoniques

On a vu le rôle de la tectonique récente dans la configuration du bassin sédimentaire quaternaire, et son jeu probable pendant le dépôt des sédiments. Des indices de tectonique holocène et de mouvements sismiques historiques, ont été relevés dans la région Nord-Pas-de-Calais (Colbeaux *et al.*, 1981 ; Duguey *et al.*, 2000). On ne peut donc pas négliger la possibilité d'une poursuite de l'activité des failles. L'ampleur des mouvements est cependant difficilement mesurable à l'échelle humaine voir centennale (BRGM, 1996, 1997).

Un effondrement du fond du bassin favoriserait une transgression marine, avec les conséquences sus-citées d'une fragilisation voire d'une rupture du cordon bordier et d'une inondation de l'arrière-pays dont l'importance serait liée à l'ampleur du mouvement et à sa rapidité.

### 5.3.3. Aménagements anthropiques

On a vu que l'action humaine était intervenue dans le processus de comblement de l'Estuaire de l'Arche, que les aménagements côtiers situés en amont du courant littoral engendraient un déficit en matériel sableux, qui fragilisait le cordon dunaire et enfin que le maintien des zones humides favorisait la stabilité de l'ensemble dunaire en arrière du cordon bordier.

L'intervention humaine dans le processus de comblement de l'estuaire de l'Arche n'a fait qu'accélérer un processus naturel, qui s'était déjà réalisé au nord pour l'Airon, et qui est en cours de réalisation pour l'Authie, la Canche et la Somme. Cependant, ce

processus de comblement, *pro parte* artificiel est, géologiquement, très récent à hauteur de Berck Plage et peu conforté par la construction dunaire. Ce secteur est particulièrement fragilisé par l'éventualité d'une montée du niveau de la mer, ou même de tempêtes associées à des surcôtes marines.

Il convient de ne pas aggraver le déficit d'apport de matériel à la plage par le courant littoral, par de nouveaux aménagements côtiers. Cela implique une gestion qui dépasse l'échelle de la commune.

Cependant cette étude, si elle identifie la source des sédiments dunaires comme étant l'estran, ne permet pas de définir si la plage est elle-même alimentée par le large depuis les « ridden » ou par le courant côtier (voir étude ULCO). Cela devra être évalué, si l'éventualité d'une extraction de sables et graviers dans les ridden devait intervenir dans le futur.

Le maintien des zones humides à l'arrière de la dune bordière favorise la stabilité de l'ensemble dunaire.

Il ne pourrait pas cependant contrer une reprise de l'accumulation de sable à l'arrière de la dune bordière qui permet l'accrétion de l'ensemble dunaire, si des conditions climatiques à dominante sèche et éolienne prévalaient.

Par ailleurs, cette stabilisation n'empêche pas, s'il y a fragilisation de la dune bordière par le fait du déficit en sable, ou par montée du niveau de la mer, le recul progressif du trait de côte.

## **6. Conclusion**

### **6.1. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS GÉOLOGIQUES**

L'étude du système côtier picard du secteur de Berck et Merlimont en terme de géologie a permis d'apporter la notion de temps géologique à l'évolution du trait de côte.

Elle a souligné la forte variabilité du trait de côte et des paysages au cours du Quaternaire depuis un paysage de rivières torrentiel côtières au Pléistocène (vraisemblablement au Weichsélien) vers un paysage de wadden à l'Holocène où débouchent des fleuves côtiers de débit et d'importance très variables, formant des estuaires dans les wadden ; l'apport continental est faible en comparaison d'un apport marin par le jeu des marées. Le comblement des différents estuaires s'est fait de façon diachrone. Les estuaires actuels de la Canche, de l'Authie et de la Somme subissent actuellement ce phénomène de comblement.

Si l'analyse des séquences de la formation des sables pissards permet de les rattacher avec plus ou moins de précision aux différents épisodes transgressifs du Calaisien, ce diachronisme du comblement des petits estuaires ne permet pas de rattacher les faciès des formations intermédiaires et dunaires aux épisodes du Dunkerquien qui ont été définis et datés sur la base de l'analyse des faciès rencontrés dans la plaine maritime flamande, et l'estuaire de l'Aa.

L'installation du système dunaire est récente et, elle aussi, diachrone au droit de ces anciens estuaires. Son degré de vulnérabilité reflète cette histoire plus ou moins récente. Au niveau de la réserve, la dune témoigne d'une légère régression du trait de côte entre l'installation de la dune primaire et sa position actuelle. Sa configuration actuelle, montrant une érosion de sa façade maritime reflète peut-être une reprise de la transgression, et/ou un déficit en apport de matériel sableux par les courants côtiers.

Le matériel récupéré au cours de ce projet a été exploité dans les limites du budget imparti à l'étude et a permis de proposer ces résultats. La nature assez exceptionnelle de ce matériel permettrait d'affiner ces résultats, notamment par une analyse séquentielle précise de la formation des sables pissards et de la formation à silex, assortie de datations plus complètes par la biostratigraphie et la palynologie. La poursuite de cette étude permettrait de caler plus précisément les événements observés sur le secteur Berck Merlimont par rapport aux autres ensembles côtiers.

### **6.2. ENSEIGNEMENTS DE CETTE ÉTUDE POUR UNE POLITIQUE DE GESTION DU TRAIT DE CÔTE**

Il apparaît, en conclusion de cette étude, que la morphologie actuelle du trait de côte, si elle est accentuée par la pression anthropique, est le résultat d'une convergence de celle-

ci avec des phénomènes naturels, qui témoignent d'une certaine cyclicité à l'échelle géologique, et pour lesquels nous ne disposons pas, ici, d'éléments prédictifs.

Le choix d'une politique de gestion ne permet que d'influencer le poids de la pression anthropique. Par ailleurs, les paramètres d'évolutions énumérés précédemment soulignent le fait que cette gestion nécessite de dépasser largement l'échelle sitologique.

Dans le cadre de la gestion de la réserve biologique de Merlimont, le choix fait en 1998, au terme du programme LIFE était de « laisser faire en surveillant » l'évolution du système dunaire.

Cependant, ce plan de gestion est lié au site de la Réserve Biologique de Merlimont. Il conviendra d'intégrer, dans la lecture qui sera faite de la surveillance du site, les paramètres extérieurs au site, dont notamment le bilan des transports sédimentaires côtiers.

La surveillance du site doit permettre de valider ou non une partie des hypothèses formulées dans le chapitre 5.

La part des phénomènes naturels, climatologiques et tectoniques, est importante dans l'évolution du système côtier considéré, et il conviendra également de préciser leur occurrence et leur cyclicité éventuelle afin de pouvoir appréhender une évolution à moyen ou long terme de l'évolution du système côtier.

## Bibliographie

- Antoine P. (1997) - Modification des systèmes fluviaux à la transition pléni-glaciaire-tardiglaciaire et à l'Holocène : l'exemple du bassin de la Somme (Nord de la France). *Géographie Physique et Quaternaire*, vol. 51, n° 1.
- Baeteman C. (1985) - Development and evolution of sedimentary environments during the Holocene in the Western coastal plain of Belgium. *Eizeitalter u. Gegenwart, Hannover*, vol. 35, p. 23-32.
- Baeteman C., Beets D.J., Van Strydonck M. (1998) - Tidal crevasse splays as the cause of rapid changes in the rate of aggradation in the Holocene tidal deposits of the Belgian coastal Plain.
- Battiau-Queney Y., Fauchois J., Lanoy-ratel P., Seguin A. (1995) - Un patrimoine paysager à protéger : les dunes littorales de Merlimont et Berck. *Hommes et terres du Nord*, vol. 1-2, p. 12-21.
- Battiau-Queney Y., Dubois J.J., Duhamel F., Bayen P., Dermaux B., Fehlman A. (1996) - Chantiers pilotes des dunes de Merlimont (Pas-de-Calais). Un plan de gestion conservatoire basé sur des études approfondies. In: *Biodiversité et protection dunaire, Bordeaux 17-19 avril 1996*, p. 86-114.
- Briquet A. (1930) - Le littoral du Nord de la France et son évolution morphologique. Librairie Armand Colin, 431 p.
- Cartes géologiques à 1/50 000 de Montreuil, Calais, Dunkerque. Editions BRGM.
- Colbeaux J.P., Somme J., Tuffeau A. (1981) - Tectonique quaternaire dans le Nord de la France : l'apport du gisement paléolithique de Biache Saint-Vaast. *Bull. Assoc. fr. pour l'étude du Quaternaire (AFEQ)*, n° 3-4, p. 183-192.
- Colbeaux J.P., Amedro F., Bergerat F., Bracq P., Crampon N., Delay F., Dupuis C., Lamouroux C., Robazynski F., Somme J., Vandyke S., Vidier J.P. (1993) - Un enregistreur des épisodes tectoniques dans le bassin de Paris, le Boulonnais. *Bull. Soc. géol. de Fr.*, sér. 164, p. 93-102.
- Denys L., Baeteman C. (1994) - Holocene evolution of relative sea level and local mean high water spring tides in Belgium-a first assessment. *Marine geology*, vol. 124, p. 1-19.
- Demarcq Y., Regrain R., Rudelle J. (1979) - Méthodes d'étude des changements de rivage des marais et wadden. Exemples en Picardie et Charente Maritime. Les côtes atlantiques d'Europe, évolution, aménagement, protection. Brest 15-19 mai 1979.

- Dubois G. (1924) - Recherches sur les terrains quaternaires du Nord de la France, *Mémoires de la société géologique du Nord*, t. VIII, 349 p.
- Duguey E., Vinchon C., Cayet C. (2000) - Analyse des zones tectoniques en Pas-de-Calais, et incidences sur les plans d'occupation du sol. Rapport BRGM R 40882, février 2000.
- Dupont J.P., Lafite R. (1985) - Contribution à la compréhension des mécaniques hydrodynamiques et hydrosédimentaires en Baie de Somme. Actes du Muséum de Rouen, p. 138-154.
- Leprêtre J.P., Lenôtre N. (1997) - Étude des mouvements de terrain actuels dans la région Nord-Pas-de-Calais. Etude des sites de Merville et Vimy d'après plusieurs campagne de mesures de terrains par l'Institut Géographique National en 1997. Rapport BRGM 39740, 51 p., 4 annexes.
- Le Ribault L. (1972) - Exoscopie des Quartz. *Ed. Masson*.
- Louche B. (1996) - Limites littorales de la nappe de la craie dans la région Nord-Pas-de-Calais. Relations eaux souterraines-eaux superficielles-mer. Thèse de doctorat-université de Lille.
- Louche B, Crampon N., Colbeaux J.P., Bracq P. (1996) - Reconnaissance et fonctionnement des hydrosystèmes souterrains dans les dunes et les Bas-champs de Merlimont (Pas-de-Calais). *Hommes et terres du Nord*, vol. 1-2, p. 22-31.
- Nordstorm K., Psuty N., Carter B. (1990) - Coastal Dunes, forms and process. Institute of marine and coastal sciences, Rutgers university, New brunswick, New jersey 08903, USA, 387 p.
- Passega R. (1957) - Texture as characteristic of clastic deposition. *Am. Assoc. Petr. geol. Bull.*, vol. 41, 9, p. 1952-1954.
- Passega R. (1964) - Grain size representation by CM patterns as a geological tool. *J. Sed. Petr.*, vol. 34, 4, p. 830-847.
- Petit Berghem Y., Dubois JJ. (1995) - Les forêts littorales en milieu dunaire : l'exemple de la réserve biologique domaniale de la côte d'Opale. *Hommes et terres du Nord* vol. 1-2, p. 11-20.
- Pomerol C. (1973) - Stratigraphie et paléogéographie, ère cénozoïque. *Ed. Masson*.
- Ters M. (1973) - Recherches sur le Quaternaire marin. Les variations du niveau marin depuis 10 000 ans le long du littoral atlantique français. *In* le Quaternaire-Géodynamique, stratigraphie et environnement. 9<sup>o</sup> congrès international de l'INQUA, Christchurch décembre 1973, p. 114-135.

- Ters M., Delibrias G., Denèfle M., Rouvillois A., Fleury A. (1980) - Sur l'évolution géodynamique du Marquenterre (basse-Somme) à l'Holocène et durant le Weichsélien ancien : la série des dépôts marins et continentaux aux environs de Rue. *Bull. Assoc. fr. pour l'étude du Quaternaire*, vol. 1-2, p. 11-23.
- VanVliet-Lanoe B., Mansy J.L., Margerel J.P., Vidier J.P., Lamarche J., Everaerts M. (1998) - Le Pas-de-Calais, un détroit cénozoïque à ouverture multiples. *Compte rendu de l'Académie des Sciences, Sciences de la terre et des Planètes*, vol. 326, p. 729-736.
- Vergne V. (1986) - Le rôle du vent dans la dynamique des dunes de la Manche (Picardie, Boulonnais). *Physio-géo*, n° 16, p. 63-79, 7 fig., 1 tabl.
- Vinchon C., Gourry J.C., Farjanel G. (1998) - Résultats préliminaires (année 1) de l'étude géologique de la plaine maritime picarde entre Berck et Merlimont (Pas-de-Calais). *Rapport BRGM R40008*, 23 p., 3 fig., 6 ann., 2 pl.
- Vinchon C., Gourry J.C., Farjanel G. (1999) - Rapport d'avancement de l'étude géologique du système quaternaire côtier entre Berck et Merlimont (Pas-de-Calais). *Rapport BRGM R 40381*, 13 p., 6 ann.





*Évolution géologique du système côtier picard  
entre Berck et Merlimont (62) au Quaternaire  
Scénarios géoprospectifs de l'évolution dunaire*

ANNEXES

Étude réalisée avec les crédits de Service public et un cofinancement de l'ONF  
(opérations 97-E-111, 98-E-201 et 99-E-201)

avril 2000  
BRGM/RP-50039-FR





DOCUMENT PUBLIC

*Évolution géologique du système côtier picard  
entre Berck et Merlimont (62) au Quaternaire  
Scénarios géoprospectifs de l'évolution dunaire*

ANNEXES

Étude réalisée avec les crédits de Service public et un cofinancement de l'ONF  
(opérations 97-E-111, 98-E-201 et 99-E-201)

*Rédigé sous la responsabilité de*

C. Vinchon

*avec la collaboration de*

J.C. Gourry, G. Farjanel, D. Hervieux, B. Van Vliet Lanoe, C. Baeteman

avril 2000

BRGM/RP-50039-FR



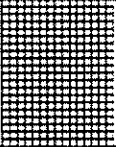

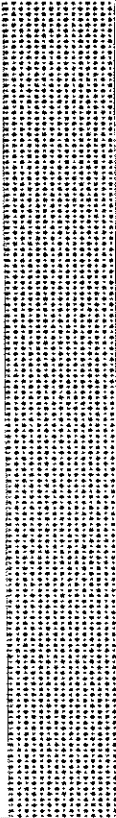
*Annexe 1*  
*Logs lithostratigraphiques*  
*des forages carottés et des forages tarières*  
*réalisés entre Berck et Merlimont*

Ces logs, dessinés avec l'outil WINGDM, présentent les successions de séquences sédimentaires et leurs descriptions sédimentologiques et les coupures lithostratigraphiques proposées.

M3  
M2\_1  
M2\_2  
M1\_1  
M1\_2  
B1  
F1 à F12

## *Sondage M1-1*

Nom du document Log M1\_150.DLG  
 Nom du sondage M1\_1  
 Echelle 1 / 50  
 Tranche de profondeur 0.00 M - 7.50 M  
 Date d'impression 26/03/98

	prof	lithologie	description	figures sédim.	interprétation	formation lithostr.
1	1.00		remblai			remblai
2	1.90		tourbe, argile sableuse			formation des sables pissards, sup.
3						
4			Sable, galets, graviers			formation à silex
5						
6						
7						
	7.50					

## *Sondage M1-2*

Nom du document Log M1\_2.DLG  
 Nom du sondage M1\_2  
 Echelle 1 / 100  
 Tranche de profondeur 0.00 M - 13.50 M  
 Date d'impression 9/07/98

	prof	lithologie	figures sédim.	description litho	formation lithostr.	PROF (M)	Echantillon
1	0.50		▲	remblai	Formation intermédiaire	0.65	ech
	0.77			tourbe (tassée)		0.77	
2	1.16		▲	argile grise compacte	Formation des sables pissards	2.32	ech
	1.50			alternance argile et sables, granocl. croissant			
4	3.60		○	sable gris, coquille dissoutes	Formation à silex	3.70	ech
				sable moyen à fin clair, bouillant (eau salée)		4.10	
6	6.40		▼	galets (5 cm) et sable	Formation à silex	5.25	ech
				argile et silex		6.10	
7	8.55		▼	galets et sable	Formation à silex	6.50	ech
	8.70			argile et silex		6.80	
9	9.50		▲	argile et sable	Formation à silex	8.60	
	9.70			argile et silex		8.70	
10	10.50		▲	galets (>5 cm, dt craie) et sable	Formation à silex	8.70	
				argile et silex		9.10	ech
11			▲	galets (>5 cm, dt craie) et sable	Formation à silex	9.30	ech
				argile et silex		9.50	ech
12			▲	galets (>5 cm, dt craie) et sable	Formation à silex	9.70	ech
				argile et silex			
13	13.50			craie altérée (granules ds pâte)	Craie sénonienne (altérée)		

## ***Sondage M2-1***

Nom du document Log M2\_150.DLG  
 Nom du sondage M2\_1  
 Echelle 1 / 50  
 Tranche de profondeur 0.00 M - 8.35 M  
 Date d'impression 26/03/98

	prof	lithologie	description	figures sédim.	interprétation	formation lithostr.
1						
2			Sable moyen jaune			
3						
4	3.65					formation dunaire
5						
6			Sable fin gris à MO			
7						
8						
	8.35					

## *Sondage M2-2*

Nom du document Log M2B50.DLG  
 Nom du sondage M2b  
 Echelle 1 / 50  
 Tranche de profondeur 0.00 M - 35.25 M  
 Date d'impression 26/03/98

	prof	lithologie	description	figures sédim.	interprétation	formation lithostr.
1	0.20		sable moyen	✂	dunes	formation dunaire
	1.15		sable moyen à M.O.			
3	2.95		lit organique	✂		
	2.97					
4			sable moyen sans structures	≡≡		
5						
7	6.65		sable tourbeux	✂		Niveau argilo-tourbeux intermédiaire
	6.69		sable moyen			
	6.74		sable tourbeux			
	6.76		tourbe			
8	7.74		sable moyen	✂		
	7.87		argile bleu grise			
9	8.42		argile	≡≡		
	8.92		sable moyen bioturbé			
	9.01		sable moyen			
	9.22		sable moyen à débris végétaux			
10	9.34		sable moyen coquiller gris			formation des sables pissards

0.00 M - 10.17 M 1/4

Nom du document Log M2B50.DLG  
 Nom du sondage M2b  
 Echelle 1 / 50  
 Tranche de profondeur 0.00 M - 35.25 M  
 Date d'impression 26/03/98

	prof	lithologie	description	figures sédim.	interprétation	formation lithostr.
	10.55		sable moyen coquiller gris		paléosol	formation des sables pissards
	10.60		sable moyen, racines			
11			sable moyen coquiller, gris			
	11.60		sable moyen à galets de tourbe			
	11.66		Tourbe			
	11.76		Sable moyen			
12	12.15		Sable moyen à racines			
	12.25					
13			Sable moyen à grossier,			
14						
	14.30		sable moyen à stratif. planes			
	14.62		niveau à débris organiques			
	14.63		sable moyen			
15	15.15		sable moyen coquiller			
	15.16		sable moyen à MO			
	15.50		sable moyen à stratif. oblique			
16	15.80		sable moyen à grossier gris, lam			
	16.15		sable moyen à lamines planes			
	16.20					
17			sable moyen à grossier coquiller		slikke ?	
	17.60		sable moyen à racines			
	17.64		argile coquillière			
	17.76		sable argileux			
18	17.80		argile à lamines ondulées			
	18.12		argile sableuse laminée			
	18.25		tourbe brune, débris de bois			
	18.31		sable non récupéré			
19	18.80		silt sableux, MO, coquilles, bio			
	19.20					
20			sable boulant ? non récupéré			

Nom du document Log M2B50.DLG  
 Nom du sondage M2b  
 Echelle 1 / 50  
 Tranche de profondeur 0.00 M - 35.25 M  
 Date d'impression 26/03/98

	prof	lithologie	description	figures sédim.	interprétation	formation lithostr.
21	20.37		sable bouillant ? non récupéré	»	gyttja, vase organique silex géoliffracté ?	formation des sables pissards
	20.78		silt sablonneux à ripplemarks			
	21.25		alternances de sables fins et très fins			
	21.35		tourbe remaniée			
22	21.45		tourbe			
	21.80		silt brun et silex, mauvaise ré			
	21.95		Sable moyen à grossier à gravier			
	21.97		niveau organique			
23	22.35		sable moyen à matière organique			
	23.80		sable moyen et graviers de silex			
	23.90		sable moyen			
	23.95		lit de graviers			
24	24.40		sable moyen à grossier à la bas			
	25.00		galets et sable, mal récup			
	27.20		sable moyen			
	27.55		argile silteuse brune			
27	27.56		niveau organique algaire ?			
	27.57		graviers de silex, arrondis			
	27.65		sable moyen laminé			
	27.97		gilt			
28	28.00		sable fin à moyen compact			
	28.05		sable moyen à lamines très obliq			
	28.50		sable moyen à lamines planes			
	28.90		sable moyen à lamines obliques,			
29	29.10		gravier sableux et coquillier			
	29.75		galets de silex (>10cm) et sable			
30	30.20		craie			craie sénonienne

Nom du document Log M2B50.DLG  
 Nom du sondage M2b  
 Echelle 1 / 50  
 Tranche de profondeur 0.00 M - 35.25 M  
 Date d'impression 26/03/98

	prof	lithologie	description	figures sédim.	interprétation	formation lithostr.
31			craie			craie sénonienne
32						
32.60 32.70			craie à silex			
33						
34			craie			
35	35.25					

## *Sondage M3*

Nom du document Log M350.DLG  
 Nom du sondage M3  
 Echelle 1 / 50  
 Tranche de profondeur 0.00 M - 37.00 M  
 Date d'impression 26/03/98

	prof	lithologie	description	figures sédim.	interprétation	formation lithostr.
1			remblai			remblai
2						
3	2.75		sable moyen, MO			formation dunaire
	3.35		niveau organique, bois			
	3.37					
4			sable moyen			
	4.40		sable moyen à lamines floues			
	4.45		sable moyen			
	4.76		lit coquiller			
5	4.77		sable moyen			
	4.95		sable moyen à fin lamines floues			
	5.45		sable moyen à grossier, lamines			
6	6.10		sable moyen			
	6.32		sable moyen coquiller			
	6.36		sable moyen lamines planes			
7			sable moyen			
	7.24		sable moyen, MO			
	7.65		sable moyen			
	7.70		sable moyen, Mo			
8	7.80		sable moyen			
	7.88		sable moyen à lamines planes			
	7.97					
	8.30		sable moyen à lamines obliques			
	9.00		sable moyen compacté			
9	9.15		sable non récupéré			
	9.30		sable moyen à lamines planes			
	9.75		niveau organique oxydé			
	9.76		sable moyen-racines			
	9.94		niveau organique			
10	9.96		sable moyen-racines			
					croute cryptogamique ?	
					paléosol ?	

Nom du document Log M350.DLG  
 Nom du sondage M3  
 Echelle 1 / 50  
 Tranche de profondeur 0.00 M - 37.00 M  
 Date d'impression 26/03/98

	prof	lithologie	description	figures sédim.	interprétation	formation lithostr.
11	10.19		sable moyen-racines	↓	paléosol	formation dunaire
	10.20		sable moyen-tache d'oxydation			
	10.28		sable moyen			
	10.32		lit organique			
	10.41		sable moyen-racines			
	10.56		sable moyen (mal récupéré)			
	10.60		niveau organique			
	10.85		argile laminée/MO			
	10.90		sable moyen			
	10.93		lit coquiller			
12	11.10		sable moyen	↓		niveau tourbeux intermédiaire
	11.11		sable argileux			
	11.21		sable moyen			
	11.23		sable argileux			
	11.32		sable moyen			
13	11.42		sable argileux	↓		
	11.60		argile laminée/MO			
	12.60		sable argileux			
	12.78		sable moyen			
	13.20		sable grossier, bouillant mal récu			
14	13.54		sable oxydé, racines	↓		
	13.57		sable moyen coquiller, bioturbé			
	13.60		sable moyen bioturbé			
	13.63		sable argileux			
			sable moyen			
15	15.08		sable argileux	↓	déferlement ?	formation des sables pissards
	15.45		sable fin à moyen compact			
	15.54		sable moyen			
	15.59		sable coquiller			
			sable moyen à lamines floues			
16	16.35		galets remaniés de MO	↓		
	16.36		sable moyen à coquilles			
	16.54		lit coquiller			
	16.55		sable moyen			
	16.95		sable mal récupéré, bouillant ?			
17	17.45		sable fin à moyen, compact.	↓	déferlement	
	17.55		sable moyen très coquiller			
			sable coquiller à MO			
18	18.60		argile, racines	↓		
	18.75		sable moyen coquiller, galets re			
	18.80		sable fin à moyen compact			
	18.91		sable moyen			
	19.01		sable fin à moyen compact			
19	19.27		sable fin à moyen compact	↓	déferlement ?	
	19.30		sable moyen			
	19.71		sable fin à moyen compact			
	19.81		sable fin à moyen compact			
			sable moyen			
20			sable moyen	↓	déferlement ?	

Nom du document Log M350.DLG  
 Nom du sondage M3  
 Echelle 1 / 50  
 Tranche de profondeur 0.00 M - 37.00 M  
 Date d'impression 26/03/98

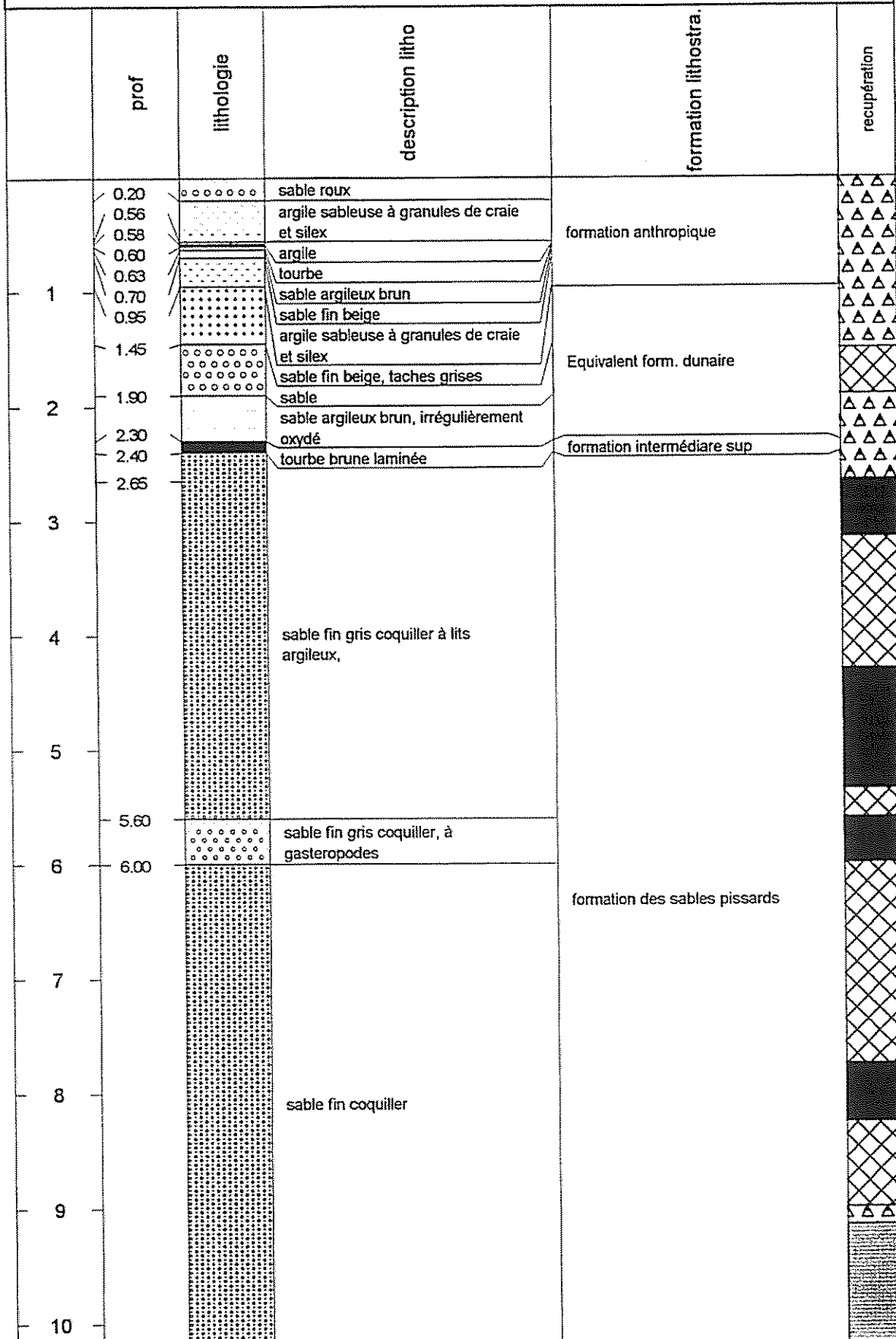
	prof	lithologie	description	figures sédim.	interprétation	formation lithostr.
21	20.48		sable moyen	↓	déferlement	formation des sables pissards
	20.53		sable fin à moyen compact			
22			sable moyen	↓	déferlement ? déferlement ?	
	21.44		sable fin à moyen compact			
	21.46		sable moyen			
	21.48		sable fin à moyen compact			
23	21.52		sable moyen	↓	déferlement ? déferlement ?	
	22.55		sable fin à moyen compact			
	22.60		sable moyen			
	22.68		sable fin à moyen compact			
	22.73		sable moyen			
24	23.10		sable moyen coquiller	●	déferlement ?	
	23.40		sable moyen			
	24.15		sable fin à moyen compact			
	24.17		sable moyen, galet de MO en base			
	24.32		argile			
	24.40		sable moyen			
	24.55		sable argileux			
25	24.60		sable moyen à rides de courants	∧		
	24.96		sable fin			
26	25.70		lit de mo			
	25.71		sable fin			
	26.33		lit de MO			
	26.34		sable fin			
	26.35		lit argileux			
27	26.36		sable fin à lamines planes	≡		
	27.40		sable fin à galets de MO			
28	27.43		argile	●		
	27.45		sable fin à lamines planes			
	28.20		sable fin à lamines obliques, MO			
29	28.76		sable fin organique, laminations	/		
	29.08		sable fin laminé, sans MO			
	29.20		sable fin laminé, MO			
	29.60		mauvaise récupération sable clai			
30	29.75		alternances cm sables argiles	≡		

Nom du document Log M350.DLG  
 Nom du sondage M3  
 Echelle 1 / 50  
 Tranche de profondeur 0.00 M - 37.00 M  
 Date d'impression 26/03/98

	prof	lithologie	description	figures sédim.	interprétation	formation lithostr.
31	30.60		alternances cm sables argiles			formation des sables pissards
	30.70		mal récupéré			
	31.34		sable fin à moyen			
	31.53		alternance mm sable et argile			
	31.74		argiles laminées			
	31.76		argiles laminées			
	31.82		sable fin			
32	31.90		argiles laminées			
	32.00		sable, à galets de tourbe	●		
	32.05		tourbe			
			silt	●		
	32.70		sable et gravier de silex, mal r		●	
33			sable et lits de graviers de sil			
		33.30		sable et gravier de silex mal ré	●	
34			sable et gravier de silex mal ré			
		34.20		sable fin compact	↓	
35	34.66		sable et graviers épars	●		formation à silex
	34.92		gravier de silex et sable			
	35.03		graviers de silex mal récupérés	●		
	35.50		sable fin			
	35.60		gravier et sable	●		
	35.70		sable fin à lamines obliques (60			
36	36.00		sable moyen à granules de craie	●		
	36.35		galets de silex et sable			
	36.37		silt pyriteux	●		
	36.40		craie altérée			
	36.70		craie	cryoturbation?	craie sénonnaise	
37	37.00					

## ***Sondage B1***

Nom du document Log B1.DLG  
 Nom du sondage B1  
 Echelle 1 / 50  
 Tranche de profondeur 0.00 M - 26.50 M  
 Date d'impression 1/07/98



Nom du document Log B1.DLG  
 Nom du sondage B1  
 Echelle 1 / 50  
 Tranche de profondeur 0.00 M - 26.50 M  
 Date d'impression 1/07/98

	prof	lithologie	description litho	formation lithostr.	recupération	
11		[Dotted pattern]	sable fin coquiller	formation des sables pissards	[Cross-hatch pattern]	
12	12.25					
13		[Dotted pattern]		formation des sables pissards	[Dotted pattern]	
14	13.50					
15			sable fin coquiller à débris végétaux			
16						
17		[Dotted pattern]		formation à silex	[Dotted pattern]	
18						
19	19.05		tourbe noire à débris de bois			formation interm inf.
	19.20		argile, odeur fétide			
	19.25	tourbe, H <sub>2</sub> S				
	19.26					
20		[Dotted pattern]	sable et graviers, granocroissant		[Dotted pattern]	

Nom du document Log B1.DLG  
 Nom du sondage B1  
 Echelle 1 / 50  
 Tranche de profondeur 0.00 M - 26.50 M  
 Date d'impression 1/07/98

	prof	lithologie	description litho	formation lithostr.	recupération
21	21.00		sable et graviers, granocroissant	formation à silex	
22			sable, galets et graviers		
23	22.75		sable et graviers et granules de craies		
24			sable et graviers et granules de craies		
25	24.85		lit argileux vert ?	craie sénonienne altérée	
	24.86		sable et graviers et granules de craies		
	25.25		galets de silex (diam 3 à 4 cm)		
26	25.35		craie altérée		
	26.50				

## *Forage tarière*

Nom du document Log LOGTAR.DLG  
 Nom du sondage F1  
 Echelle 1 / 50  
 Tranche de profondeur 0.00 M - 10.50 M  
 Date d'impression 5/06/98

PROF (M)	lithologie	description	Figures sedim	prélèvements	lithostratigraphie
		sable moyen à grossier beige	1	ech	formation dunaire
1.15		sable moyen à débris végétaux noir		ech	
1.46		sable moyen à grossier gris			
2.0		sable moyen à grossier gris			
2.70		sable gris	2	ech	formation dunaire
2.80		sable tourbeux		ech	
2.90		sable tourbeux			
3.00		sable gris			
4.0		sable gris	3		
4.90		alternance sable argile, débris végétaux	4		formation intermédiaire
5.00		sable gris			
5.05		argile grise compacte à débris végétaux		ech	
5.50		sable gris à coquilles éparses			formation pissarde
6.0		sable gris à coquilles éparses		ech	
6.35		sable gris très coquiller, 1 silex		ech	
6.65		sable gris à coquilles éparses		ech	
6.90		sable gris à bioturbations noires		ech	
7.00		sable gris à coquilles éparses			
8.0		sable gris à coquilles éparses		ech	formation pissarde
10.0		sable gris à coquilles éparses			

Nom du document Log LOGTAR.DLG  
 Nom du sondage F2  
 Echelle 1 / 50  
 Tranche de profondeur 0.00 M - 10.50 M  
 Date d'impression 5/06/98

PROF (M)	lithologie	description	Figures sedim	prélèvements	lithostratigraphie
0.35		sable végétalisé	1	ech	sol
1.40		sable moyen à grossier beige		ech	formation dunaire
1.43		tourbe sableuse noire		ech	
1.50		tourbe sableuse brune	1	ech	
1.80		sable gris		ech	
2.60		tourbe argileuse brune		ech	
2.65		sable brun	1	ech	
2.90		sable gris		ech	
3.85		sable tourbeux sombre		ech	
3.95		sable brun	1	ech	
4.00		sable tourbeux gris		ech	
5.50		sable brun		ech	formation intermédiaire
5.60		argile grise compacte à débris végétaux	1	ech	
5.80		argile grise compacte		ech	
6.25		sable gris à coquilles éparses		ech	formation pissarde
6.95		sable gris très riche en coquilles	6	ech	
7.20		sable gris à coquilles éparses		ech	
8.0		sable gris à coquilles éparses		ech	
10.0		sable gris à coquilles éparses		ech	

Nom du document Log LOGTAR.DLG  
 Nom du sondage F3  
 Echelle 1 / 50  
 Tranche de profondeur 0.00 M - 10.50 M  
 Date d'impression 5/06/98

	PROF (M)	lithologie	description	Figures sedim	prélèvements	lithostratigraphie
	0.25		terre végétale sableuse			sol
	0.55		sable beige			formation dunaire
	0.62		sable tourbeux		ech	
	0.97		sable beige		ech	
	2.0		sable gris		ech	
	2.10		sable gris à débris végétaux	/	ech	
	2.20		sable gris		ech	
	2.50		sable gris à débris végétaux	/	ech	
	2.60		sable gris		ech	
	3.20		tourbe		ech	
	3.27		tourbe	1	ech	
	4.0		sable gris			formation intermédiaire
	4.93		tourbe		ech	
	5.03		sable brun oxydé		ech	
	5.50		argile grise		ech	
	6.0		lentille sableuse	D III	ech	formation pissarde
	6.03		alternance sable argile			
	6.20		sable gris à coquilles éparses			
	6.72		sable gris -lit coquillier	⊙	ech	
	6.84		sable gris à coquilles éparses			
	8.0		sable gris à coquilles éparses			formation pissarde
	9.15		sable gris à abondantes coquilles entières	⊙	ech	
	9.40		sable gris à coquilles éparses			
	10.0		sable gris à coquilles éparses		ech	
	10.50					

Nom du document Log LOGTAR.DLG  
 Nom du sondage F4  
 Echelle 1 / 50  
 Tranche de profondeur 0.00 M - 10.50 M  
 Date d'impression 5/06/98

PROF (M)	lithologie	description	Figures scdim	prélèvements	lithostratigraphie
0.10	terre végétale sableuse	terre végétale sableuse	f		sol
0.45	sable beige	sable beige	f	ech	formation dunaire
1.20	sable gris	sable gris	f		
2.25	tourbe sableuse	tourbe sableuse	f		
2.35	sable gris	sable gris	f		
2.80	sable gris	sable gris	f		
3.30	sable tourbeux	sable tourbeux	f		
3.40	sable gris	sable gris	f		
3.55	sable gris	sable gris	f		
3.60	tourbe brune	tourbe brune	f	ech	
3.80	sable gris	sable gris	f	ech	
4.0	sable gris	sable gris			formation dunaire
4.15	sable gris	sable gris		ech	
5.80	tourbe	tourbe		ech	
5.95	sable gris	sable gris	f		
6.0	sable gris	sable gris			formation dunaire
6.30	sable gris	sable gris			
7.10	argile grise compacte	argile grise compacte		ech	
7.50	argile grise compacte	argile grise compacte			formation intermédiaire
8.0	sable gris à coquilles éparées	sable gris à coquilles éparées			formation pissarde
8.80	sable gris très coquiller	sable gris très coquiller	⊙	ech	
8.95	sable gris très coquiller	sable gris très coquiller		ech	
10.0	sable gris à coquilles éparées	sable gris à coquilles éparées			
10.50					

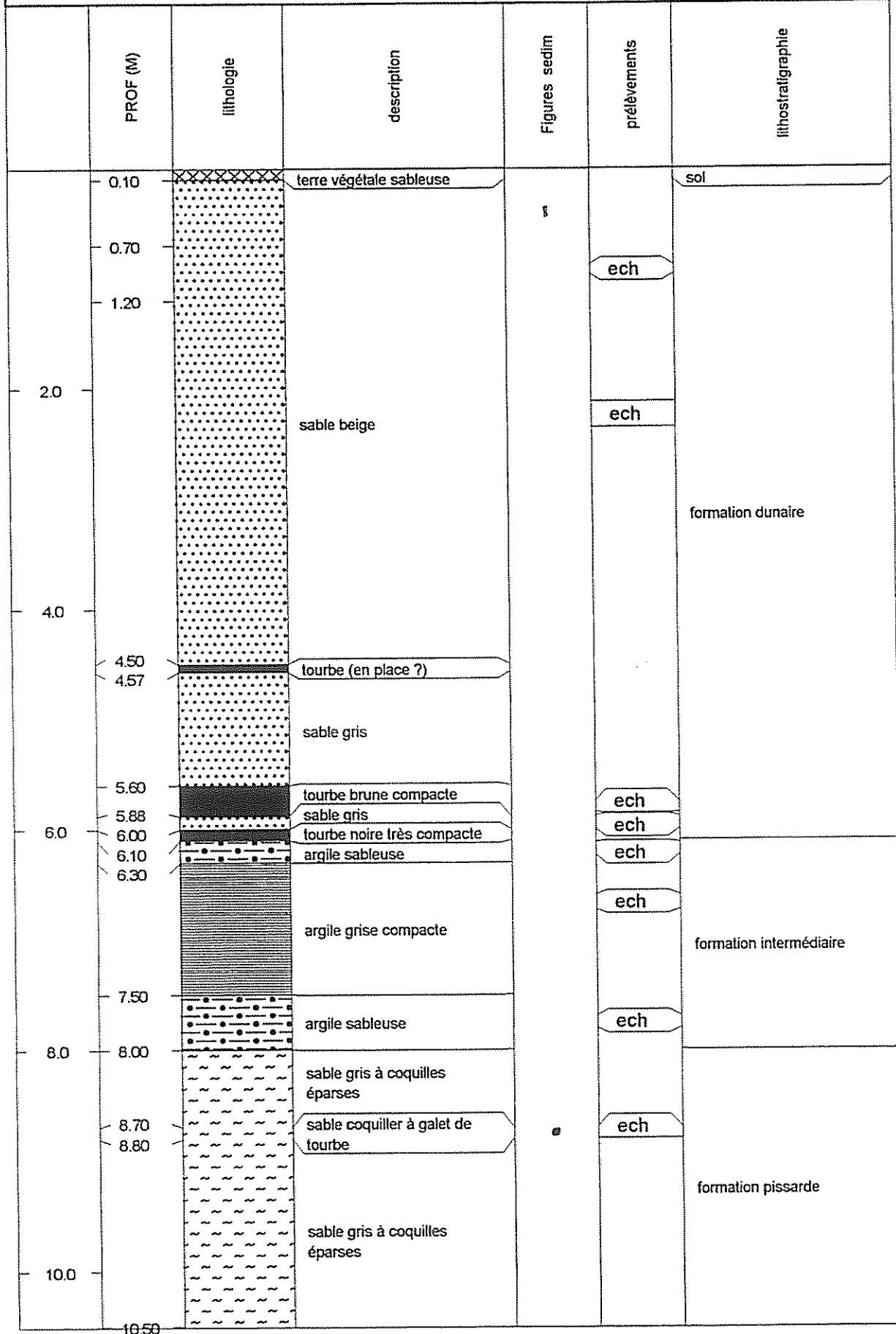
Nom du document Log LOGTAR.DLG  
 Nom du sondage F5  
 Echelle 1 / 50  
 Tranche de profondeur 0.00 M - 10.50 M  
 Date d'impression 5/06/98

PROF (M)	lithologie	description	Figures sedim	prélevements	lithostratigraphie
0.20		terre végétale sableuse	5	ech	sol
0.40		sable beige			
0.45		sable tourbeux	1	ech	formation dunaire
0.46		sable beige			
1.20		sable gris			
2.0		sable gris			
2.12		tourbe			
2.20		sable gris traces racines oxydées			
2.50		sable gris			
4.0		sable gris			
4.05		tourbe			
4.10		sable gris			
4.20		sable gris			
6.0		sable gris	ech	ech	formation intermédiaire
6.65		tourbe			
6.70		sable gris	1	ech	formation pissarde
6.75		argile grise compacte			
8.0		argile sableuse			
8.65		sable gris			
8.80		sable gris très coquiller			
9.00		sable gris à galets de tourbe			
9.01		sable gris très coquiller			
9.60		sable gris très coquiller			
10.0		sable gris à coquilles éparées			
10.50		sable gris à coquilles éparées			

Nom du document Log LOGTAR.DLG  
 Nom du sondage F6  
 Echelle 1 / 50  
 Tranche de profondeur 0.00 M - 10.50 M  
 Date d'impression 5/06/98

PROF (M)	lithologie	description	Figures sédim	prélèvements	lithostratigraphie
0.35		terre végétale sableuse			sol
1.20		sable beige	1	ech	formation dunaire
2.0		sable gris			
2.30		tourbe brun clair		ech	
2.35		sable gris	1	ech	
2.70		sable gris		ech	
3.18		tourbe		ech	
3.55		sable gris	1		formation intermédiaire
4.0		sable gris		ech	
4.20		sable gris			
6.0		tourbe brune		ech	formation pissarde
6.20		tourbe noire		ech	
6.30		sable gris		ech	
6.45		argile grise compacte		ech	
6.74		sable argileux		ech	
7.40		sable gris très coquiller	6		formation pissarde
7.50		sable gris à coquilles éparées			
8.0		sable gris à coquilles éparées			
9.49		sable gris coquiller	6	ech	
9.62		sable gris à coquilles éparées			
10.0		sable gris à coquilles éparées			
10.50		sable gris à coquilles éparées			

Nom du document Log LOGTAR.DLG  
 Nom du sondage F7  
 Echelle 1 / 50  
 Tranche de profondeur 0.00 M - 10.50 M  
 Date d'impression 5/06/98



Nom du document Log LOGTAR.DLG  
 Nom du sondage F8  
 Echelle 1 / 50  
 Tranche de profondeur 0.00 M - 10.50 M  
 Date d'impression 5/06/98

	PROF (M)	lithologie	description	Figures sedim	prélèvements	lithostratigraphie
	0.10	XXXXXX	terre végétale sableuse			sol
		•••••	sable beige		ech	formation dunaire
	1.03	•••••	sable tourbeux	∅	ech	
	1.04	•••••	sable gris			
2.0		•••••	sable gris		ech	
	2.64	—	tourbe noire compacte	1	ech	formation dunaire
	2.70	—	tourbe noire compacte		ech	
	3.00	•••••	sable gris		ech	
		•••••	sable gris			formation intermédiaire
	4.75	—	tourbe	1	ech	
	4.87	•••••	sable gris		ech	
	5.00	•••••	sable gris		ech	
	5.37	—	argile grise compacte à deb. vqtx	✓	ech	formation intermédiaire
	5.50	—	argile grise compacte			
6.0		—	argile grise compacte			
	6.17	•••••	sable gris			formation intermédiaire
	6.60	—	argile grise compacte	∪	ech	
	6.86	~ ~ ~	sable gris -coquilles dissoutes	∪	ech	formation pissarde
	7.12	~ ~ ~	sable gris -présence 1 silex			
	7.13	~ ~ ~	sable gris à coquilles éparées			
8.0		~ ~ ~	sable gris à coquilles éparées			
	8.40	~ ~ ~	sable gris coquiller à galet de tourbe	●	ech	formation pissarde
	8.50	~ ~ ~	sable gris coquiller à galet de tourbe			
		~ ~ ~	sable gris à coquilles éparées			formation pissarde
10.0		~ ~ ~	sable gris à coquilles éparées			
	10.50	~ ~ ~	sable gris à coquilles éparées			formation pissarde

Nom du document Log LOGTAR.DLG  
 Nom du sondage F9  
 Echeile 1 / 50  
 Tranche de profondeur 0.00 M - 10.50 M  
 Date d'impression 5/06/98

	PROF (M)	lithologie	description	Figures sedim	prélèvements	lithostratigraphie
			sable beige		ech	
	1.16		tourbe (carbonatée)		ech	
	1.20		sable beige	▲		
	2.00		sable beige		ech	
	2.26		tourbe oxydée à son toit (fer), non carbonatée			
	2.30		sable beige		ech	
	3.60		tourbe non carbonatée		ech	formation dunaire
	3.75		sable beige			
	4.32					
	5.05				ech	
	5.30		sable gris			
	6.90		argile grise compacte à déb. vgtx	/	ech	formation intermédiaire
	7.50					
	8.0		sable gris à coquilles éparses			formation pissarde
	10.0				ech	
	10.50					

Nom du document Log LOGTAR.DLG  
 Nom du sondage F10  
 Echelle 1 / 50  
 Tranche de profondeur 0.00 M - 10.50 M  
 Date d'impression 5/06/98

	PROF (M)	lithologie	description	Figures sedim	prélèvements	lithostratigraphie
	0.15	XXXXXX	terr végétale sableuse			sol
	0.80	•••••	sable beige	§	ech	formation dunaire
	1.15	•••••	sable tourbeux		ech	
	1.20	•••••	sable gris			
	1.30	•••••	tourbe		ech	
2.0	1.70	•••••	tourbe	§	ech	formation dunaire
	1.75	•••••	tourbe			
	2.20	•••••	sable gris		ech	
	4.00	•••••	tourbe brune		ech	
4.0	4.12	•••••	tourbe noire			formation dunaire
	4.24	•••••	tourbe noire			
	5.72	•••••	sable gris		ech	
	5.76	•••••	tourbe	o	ech	
6.0	5.76	•••••	sable gris			formation intermédiaire
	6.20	•••••	sable gris à lits argileux centimétriques		ech	
	6.45	•••••	sable gris			
	6.85	•••••	argile grise à débris végétaux	/	ech	
8.0	7.50	•••••	sable gris à coquilles éparses			formation pissarde
	8.35	•••••	sable coquiller	o	ech	
	8.46	•••••	sable gris à coquilles éparses			
	9.70	•••••	sable coquiller			
	9.75	•••••	sable gris à coquilles éparses			
	9.80	•••••	sable coquiller			
	9.90	•••••	sable gris à coquilles éparses		ech	
10.0	10.05	•••••	sable coquiller	o		
	10.10	•••••	sable gris à coquilles éparses	o		
	10.50	•••••	sable gris à coquilles éparses			













Nom du document Log LOGTAR.DLG  
 Nom du sondage F11  
 Echelle 1 / 50  
 Tranche de profondeur 0.00 M - 10.50 M  
 Date d'impression 5/06/98

PROF (M)	lithologie	description	Figures sedim	prélèvements	lithostratigraphie
0.15	XXXXXX	terre végétale sableuse			sol
1.14	.....	sable beige		ech	formation dunaire
1.17	.....	sable tourbeux		ech	
1.20	.....	sable beige			
1.32	.....	sable gris		ech	
1.40	.....	tourbe			
2.0	.....	sable gris		ech	
	.....	sable gris		ech	
	.....	sable gris		ech	
3.80	.....	tourbe brune		ech	
3.85	.....	tourbe brune		ech	
4.0	.....	sable gris			
6.0	.....	sable gris		ech	
6.65	.....	argile grise compacte à débris végétaux		ech	formation intermédiaire
6.80	.....	argile grise compacte à débris végétaux			
8.0	.....	sable gris à coquilles éparses		ech	formation pissarde
8.70	.....	sable gris coquiller		ech	
8.80	.....	sable gris coquiller			
9.30	.....	sable gris à coquilles éparses			formation intermédiaire
9.32	.....	sable gris à coquilles éparses			
10.0	.....	sable gris à coquilles éparses			
10.50	.....	sable gris à coquilles éparses			














Nom du document Log LOGTAR.DLG  
 Nom du sondage F12  
 Echelle 1 / 50  
 Tranche de profondeur 0.00 M - 10.50 M  
 Date d'impression 5/06/98

	PROF (M)	lithologie	description	Figures sedim	prélèvements	lithostratigraphie	
	0.10		terre végétale sableuse			sol	
	0.43		sable beige		ech	formation dunaire	
	0.50		sable tourbeux		ech		
	1.50		sable gris	1	ech		
2.0	2.50		sable tourbeux	0	ech		
	2.54		sable tourbeux		ech		
	4.0		sable gris		ech		
	6.0		sable gris		ech		
	7.00		sable gris à lits argileux centimétriques		ech		formation intermédiaire
	7.25		sable coquiller	6	ech		
	7.50		sable coquiller à coquillers éparses		ech		
	7.85		alternance de lits argileux et lits sableux cm.		ech		
	8.15		sable gris à coquilles éparses				
	9.40		sable gris coquiller	6	ech		
10.0	9.85		sable gris à coquilles éparses				
	10.50						

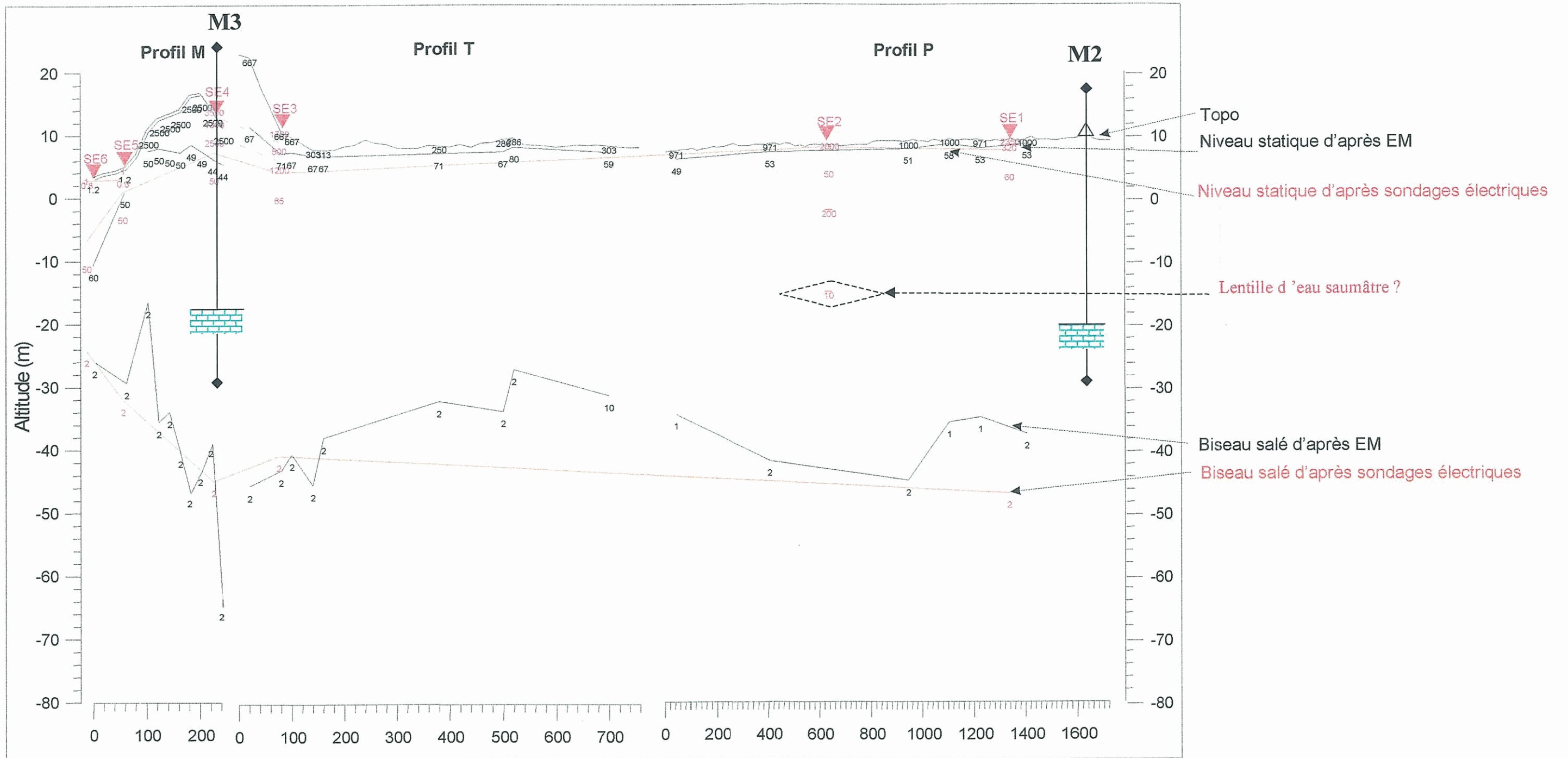
## *Légende des symboles de figures sédimentaires*

	biot	bioturbation(s)
	bois	débris de bois
	carb	carbonates
	comp	compaction
	coqi	coquillages
	débr	débris végétaux
	icla	intraclastes
	oxy	taches d'oxydation
	raci	racines
	ride	rides de courants
	stob	stratifications obliq
	stpl	stratifications plane

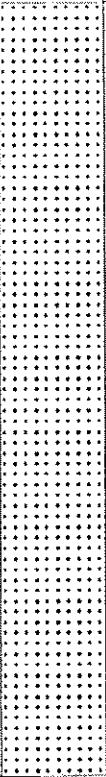
Légende de la colonne "figures sédimentaires"

	biot	bioturbation
	bois	débris de bois
	coqd	coquille dissoute
	coqi	coquille
	gale	galet de tourbe
	grcd	granoclassement décroi
	lami	lamine
	lamo	lamine de M.O.
	lent	lentilles
	luma	coquilles très abondante
	raca	racine actuelle
	raci	racine
	veg	débris végétaux

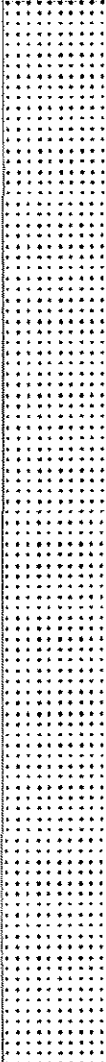
*Annexe 2*  
*Profil électrique et électromagnétique réalisé*  
*dans l'ensemble dunaire*

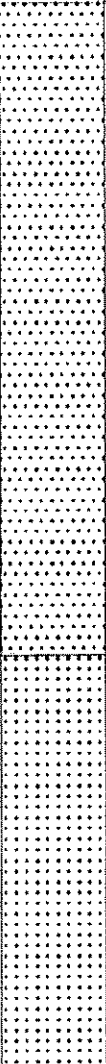


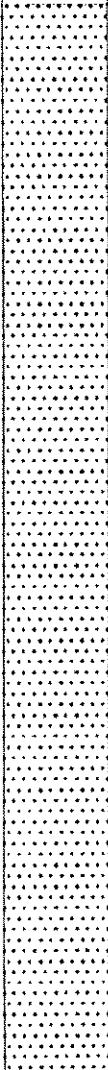
Profils électriques et électromagnétique dans l'ensemble dunaire de Merlimont

formation	profondeur	lithologie	description	interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscope	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfossiles
formation dunaire	8.4		Sable fin gris à MO		8.0								

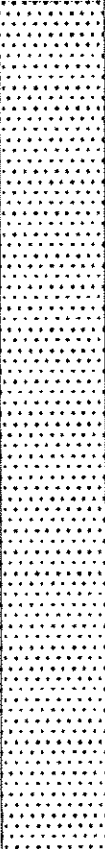


	formation dunaire	formation
profondeur		profondeur
lithologie		lithologie
description	Sable fin gris à MO	description
interprétation sédimentologique		interprétation sédimentologique
profondeur	5.0	profondeur
Granulométrie et calcimétrie	•	Granulométrie et calcimétrie
Exoscopie		Minéralogie-Sédigraphie
Palynologie	p 463	Exoscopie
analyse réalisée		Palynologie
échantillonnage C14		analyse réalisée
analyse réalisée		échantillonnage C14
microfossiles		analyse réalisée
		microfossiles

formation	profondeur	lithologie	description	Interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
formation dunaire	3.7		Sable moyen jaune		3.0	•			p 461				
			Sable fin gris à MO		4.0	•			p 462				

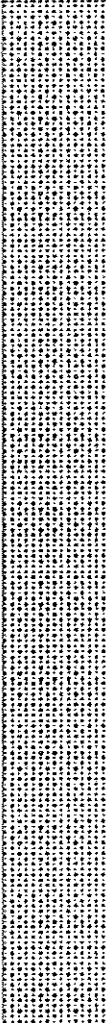
formation	profondeur	lithologie	description	interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
formation dunaire			Sable moyen jaune		2.0	•			p 456 p 457 p 458 p 459 p 460 p 451				

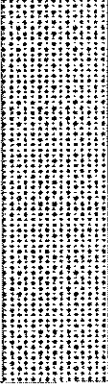
Nom du document Log ANNEXE1.DLG  
 Nom du sondage M2\_1  
 Echelle 1 / 10  
 Tranche de profondeur 0.00 M - 8.35 M  
 Date d'impression 28/03/00

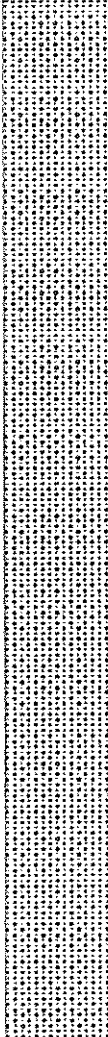
formation	profondeur	lithologie	description	interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
formation dunaire			Sable moyen jaune		1.0	*			<p>p 452</p> <p>p 453</p> <p>p 454</p> <p>p 455</p> <p>p 456</p>				

0.00 M - 1.21 M

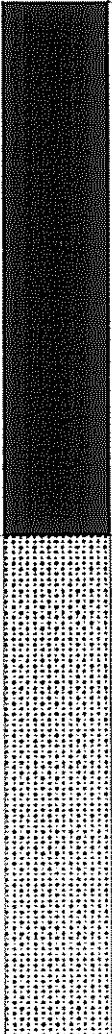
## *Sondage M2-1*

formation à silex			Sable, galets, graviers		6.0								
formation	profondeur	lithologie	description	Interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès

formation	profondeur	lithologie	description	interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfossiles
formation à silex	7.5		Sable, galets, graviers		7.0								

formation à silex			Sable, galets, graviers		5.0								
formation	profondeur	lithologie	description	interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès



formation	profondeur	lithologie	description	interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfacies
formation des sables pissards, sup.	1.9		tourbe, argile sableuse		2.0				p 600		c600		
formation à silex			Sable, galets, graviers						p 601		c601		
									p 602		c602		
									p 603		c603		
									p 604		c604		
									p 605		c605		
									p 606		c606		
									p 607		c607		
									p 608		c608		
									p 609		c609		
									p 610		c610		
									p 611		c611		
									p 612		c612		
									p 613		c613		
									p 614		c614		
									p 615		c615		
									p 616		c616		
									p 617		c617		
									p 618		c618		
									p 619		c619		
									p 620		c620		
									p 621		c621		
									p 622		c622		
									p 623		c623		
									p 624		c624		
									p 625		c625		



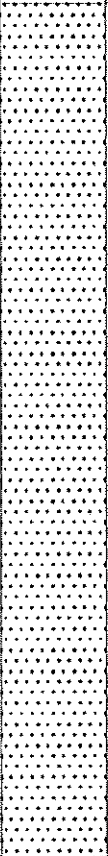
### *Annexe 3*

## *Prélèvements et analyses réalisés*

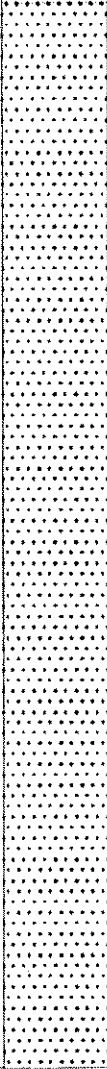
- a) Forage M2\_2
- b) Forage M3
- c) Forage M2\_1
- d) Forage M1\_1
- e) Forage tarière F7
- f) Forage tarière F9

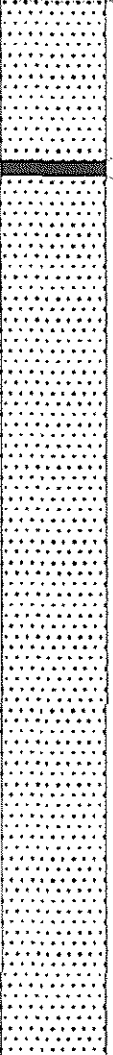
## *Sondage M2-2*

Nom du document Log ANNEXE1.DLG  
 Nom du sondage M2\_2  
 Echelle 1 / 10  
 Tranche de profondeur 0.00 M - 10.00 M  
 Date d'impression 28/03/00

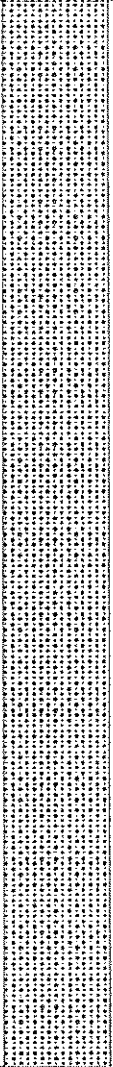
formation	profondeur	lithologie	description	interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
formation dunaire	0.2		sable moyen	dunes	1.0	•							•
	1.1		sable moyen à M.O.										

0.00 M - 1.21 M

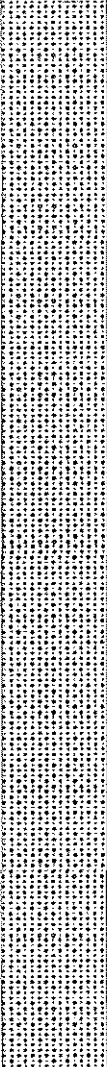
formation	profondeur	lithologie	description	Interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
formation dunaire			sable moyen à M.O.		2.0	•			p 464	•			•

formation	profondeur	lithologie	description	interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfossils
formation dunaire	3.0		sable moyen à M.O.		3.0					•			
	3.0		lit organique							•			
			sable moyen sans structures		4.0					•			•

formation	profondeur	lithologie	description	interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfossiles	
formation des sables pissards, sup.	1.9		tourbe, argile sableuse		2.0				p 601		c601			
										p 602		c602		
										p 603		c603		
										p 604		c604		
										p 605		c605		
										p 606		c606		
										p 607		c607		
										p 608		c608		
										p 609		c609		
										p 610		c610		
										p 611		c611		
										p 612		c612		
										p 613		c613		
										p 614		c614		
										p 615		c615		
										p 616		c616		
										p 617		c617		
										p 618		c618		
										p 619		c619		
										p 620		c620		
										p 621		c621		
										p 622		c622		
										p 623		c623		
										p 624		c624		
										p 625		c625		
formation à silex			Sable, galets, graviers											

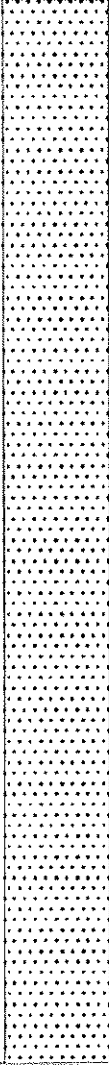
formation	profondeur	lithologie	description
formation à silex			Sable, galets, graviers

Interprétation sédimentologique		profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
		3.0								
		4.0								

formation	profondeur	lithologie	description	interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
formation à silex			Sable, galets, graviers		5.0								





formation	profondeur	lithologie	description	Interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sadigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
formation dunaire			sable moyen sans structures		5.0					•		•	

formation	profondeur	lithologie	description	Interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
formation dunaire			sable moyen sans structures		6.0	•				•			
	6.7		sable tourbeux			•	•						
	6.7		sable moyen										
	6.7		sable tourbeux										
Niveau argilo-tourbeux intermédiaire	6.8		sable tourbeux						p 465	•			
			tourbe		7.0								

formation	profondeur	lithologie	description	Interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
Niveau argilo-tourbeux intermédiaire			tourbe			•			p 1 p 2 p 3 p 4 p 5 p 6 p 7 p 8	•			•
	7.7		sable moyen			•			p 9 p 10 p 11 p 12 p 13 p 14	•	CB		•
	7.9		argile bleu grise		8.0	•	•		p 15 p 16 p 17 p 18 p 19 p 20 p 21 p 22 p 23 p 24 p 25 p 26 p 27 p 28 p 29 p 30 p 31 p 32 p 33 p 34	•			•
	8.4		argile			•			p 35 p 36 p 37 p 38 p 39 p 40 p 41 p 42 p 43 p 44 p 45 p 46	•			•



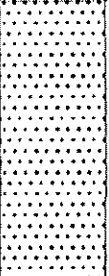
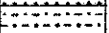
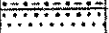


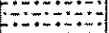
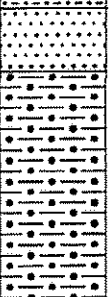

Nom du document Log ANNEXE1.DLG  
 Nom du sondage M2\_2  
 Echelle 1 / 10  
 Tranche de profondeur 10.00 M - 20.00 M  
 Date d'impression 28/03/00

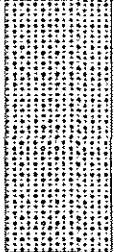
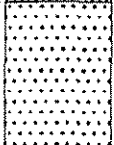

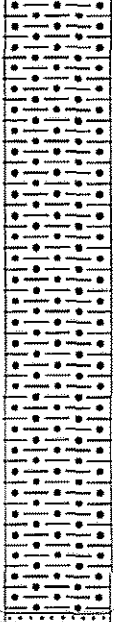
formation	profondeur	lithologie	description	interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès	
formation des sables pissards	10.6		sable moyen coquiller gris						p 81 p 82 p 83 p 84 p 85 p 86 p 87 p 88 p 89 p 90 p 91 p 92 p 93 p 94 p 95 p 96 p 97 p 98 p 99 p 100 p 101 p 102 p 103 p 104 p 105 p 106 p 107 p 108	•				
	10.6		sable moyen, racines	paléosol			•							
			sable moyen coquiller, gris				11.0			p 108bis				

formation	profondeur	lithologie	description	interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfacies
formation des sables pissards			sable moyen coquiller, gris						p 108bis				
	11.6		sable moyen à galets de tourbe						p 109				
	11.7		Tourbe						p 110				
	11.8		Sable moyen						p 111				
									p 112				
									p 113				
									p 114				
									p 115				
									p 116				
									p 117				
								p 118					
								p 119					
								p 120					
								p 121		c121		•	
								p 122		c122		•	
								p 123		c123		•	
								p 124		c124		•	
								p 125					
								p 126					
								p 127		c127			
								p 128					
								p 129					
								p 130					
								p 131					
					12.0			p 132					
								p 133					
								p 134					
								p 135					
								p 136					
								p 137					
								p 138					
								p 139		c139			
								p 140					
								p 141					
								p 142					
			Sable moyen à grossier,										

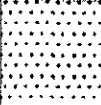
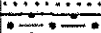
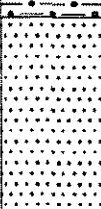

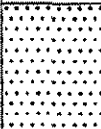
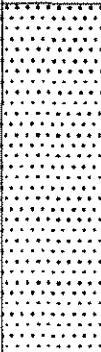
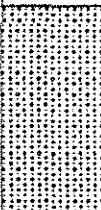



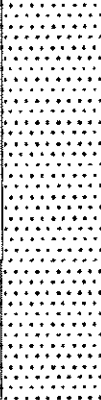


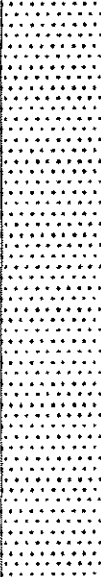


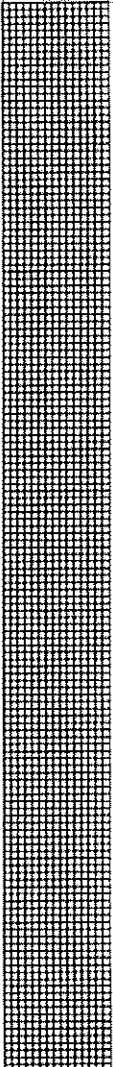
formation	profondeur	lithologie	description	Interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
formation dunaire			sable moyen										
	7.7		sable moyen										
	7.7		sable moyen , MO										
	7.8		sable moyen										
	7.9		sable moyen, Mo										
	8.0		sable moyen										
			sable moyen à lamines planes		8.0								
	8.3		sable moyen à lamines obliques										

formation	profondeur	lithologie	description	Interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaunes
formation dunaire	6.1		sable moyen à grossier, lamines		6.0								
	6.3		sable moyen										
	6.4		sable moyen coquiller										
	7.2		sable moyen lamines planes		7.0								
	7.2		sable moyen										

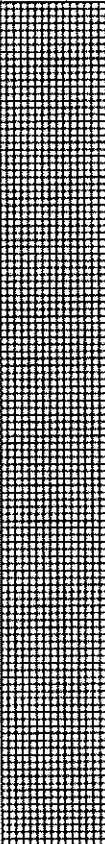
5.74 M - 7.25 M

formation	profondeur	lithologie	description	interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfossils
formation dunaire			sable moyen		5.0								
	4.4		sable moyen à lamines floues										
	4.4		sable moyen										
	4.8		lit coquiller										
	4.8		sable moyen										
	4.9		sable moyen à fin lamines floues										
	5.4		sable moyen à grossier, lamines										


formation	profondeur	lithologie	description	interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
remblai	2.8		remblai										
formation dunaire			sable moyen, MO		3.0				p				
	3.3		niveau organique, bois						p 466		c466		
	3.4								p 467		c467		
			sable moyen		4.0								

remblai			remblai		2.0				p				
formation	profondeur	lithologie	description	Interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès

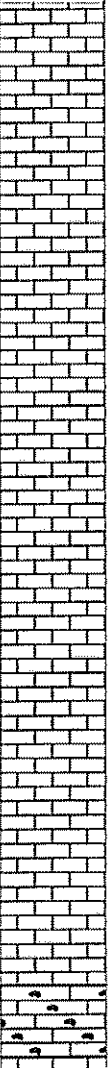
Nom du document Log ANNEXE1.DLG  
 Nom du sondage M3  
 Echelle 1 / 10  
 Tranche de profondeur 0.00 M - 10.00 M  
 Date d'impression 28/03/00

formation	profondeur	lithologie	description	interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Scatigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
remblai			remblai		1.0				p				

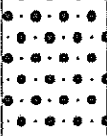
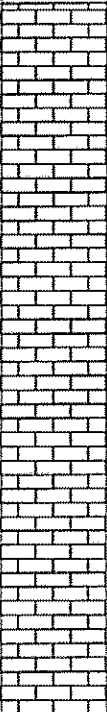
## *Sondage M3*

craie sénonienne	35.3		craie		35.0								
formation	profondeur	lithologie	description	interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Séigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfocés

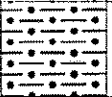
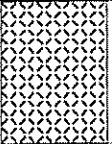

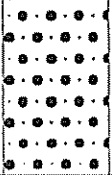
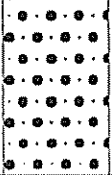


formation	profondeur	lithologie	description	interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
craie sénonienne	32.6 32.7		craie  craie à silex craie		32.0								

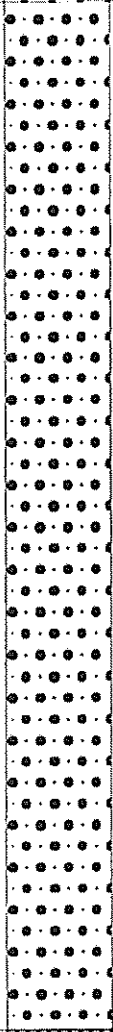
Nom du document Log ANNEXE1.DLG  
 Nom du sondage M2\_2  
 Echelle 1 / 10  
 Tranche de profondeur 30.00 M - 35.25 M  
 Date d'impression 28/03/00

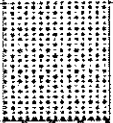
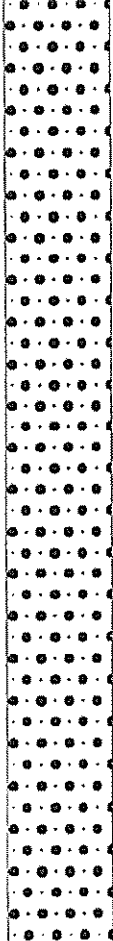
formation	profondeur	lithologie	description	Interpretation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
formation à silex	30.2		galets de silex (>10cm) et sable										
craie sénonienne			craie		31.0								

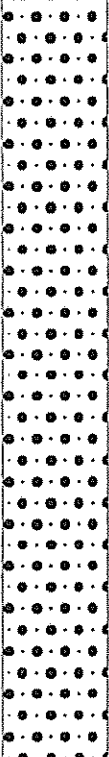

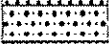
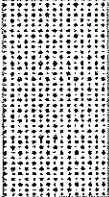
30.00 M - 31.21 M

formation	profondeur	lithologie	description	Interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
formation à silex	28.9		sable moyen à lamines planes		29.0				p 439				
			sable moyen à lamines obliques,						p 440				
	29.1		gravier sableux et coquillier						p 441				
			galets de silex (>10cm) et sable						p 442				
	29.8							p 443					
									p 444				
									p 445				
									p 446				
									p 447				
									p 448				
									p 449				
									p 450				
									p 451				
					30.0								

formation	profondeur	lithologie	description	interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
formation à silex	27.5		sable moyen		28.0	•			p 389	•			
	27.6		argile silteuse brune						p 390				
	27.6		niveau organique algaire ?						p 391				
			graviers de silex, arrondis						p 392				
									p 393				
									p 394				
									p 395				
									p 396				
									p 397				
									p 398				
									p 399				
									p 400				
									p 401				
									p 402				
			p 403										
			p 404										
			p 405										
			p 406										
			p 407										
			p 408										
			p 409										
			p 410										
			p 411										
			p 412										
			p 413										
			p 414										
			p 415										
			p 416										
			p 417										
			p 418										
			p 419										
			p 420										
			p 421										
			p 422										
			p 423										
			p 424										
			p 425										
			p 426										
			p 427										
			p 428										
			p 429										
			p 430										
			p 431										
			p 432										
			p 433										
			p 434										
			p 435										
			p 436										
			p 437										
			p 438										
			p 439										
			sable moyen laminé										
			gilt										
			sable fin à moyen compact										
			sable moyen à lamines très obliq										
			sable moyen à lamines planes										

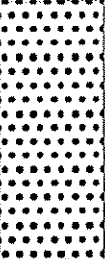
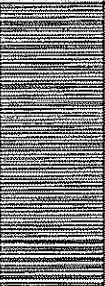
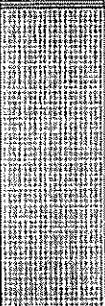
formation	profondeur	lithologie	description	Interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscope	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
formation à silex	27.2		galets et sable, mal récup		26.0				p 387				
			sable moyen		27.0								
										p 388			
										p 389			


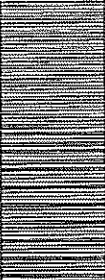
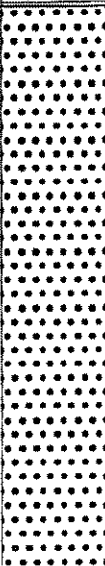
formation	profondeur	lithologie	description	interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfossils
formation à silex	24.4		sable moyen à grossier à la bas						<p>p 380</p> <p>p 381</p> <p>p 382</p> <p>p 383</p> <p>p 384</p> <p>p 385</p> <p>p 386</p>				
			galets et sable, mal récup			25.0				p 387			

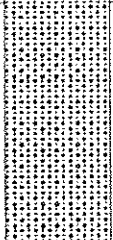



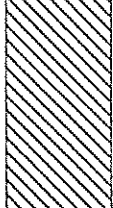


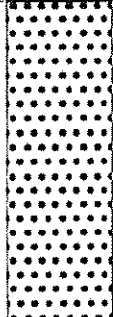
formation	profondeur	lithologie	description	Interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
formation à silex			sable moyen et graviers de silex		23.0								
	23.8		sable moyen										
	23.9		lit de graviers										
	24.0		sable moyen à grossier à la bas		24.0	*		*		*			
									p 365 p 366 p 367 p 368 p 369 p 370 p 371 p 372 p 373 p 374 p 375 p 376 p 377 p 378 p 379 p 380				


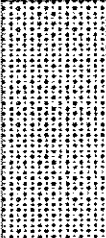

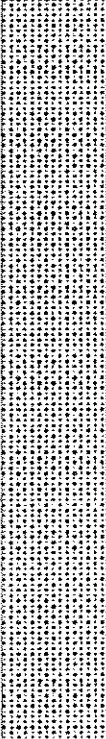
formation	profondeur	lithologie	description	Interpretation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microlaciés
formation des sables pissards	21.3		alternances de sables fins et très fins						p 339				
			tourbe remaniée						p 340	•	c342		•
	21.4		tourbe	gyttja, vase organique		•	•		p 341		c343		
	21.5		silt brun et silex , mauvaise ré	silex géoliffracté ?					p 342		c344	•	
	21.8		Sable moyen à grossier à gravier						p 343	•	c345	•	
	22.0		niveau organique						p 344	•	c346	•	
	22.0		sable moyen à matière organique		22.0				p 345		c347	•	
						•			p 346	•	c348	•	
									p 347				
									p 348				
formation à silex									p 363				
									p 349				
									p 350				
									p 351				
									p 352				
									p 353				
									p 354		c354		
									p 355	•	c355		
								p 356		c356			
								p 357					
								p 358					
								p 359					
								p 360					
								p 361					
								p 362					
								p 364					

Nom du document Log ANNEXE1.DLG  
 Nom du sondage M2\_2  
 Echelle 1 / 10  
 Tranche de profondeur 20.00 M - 30.00 M  
 Date d'impression 28/03/00


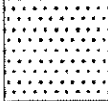
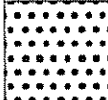
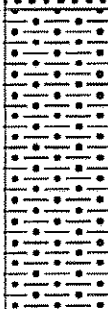

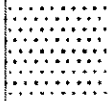


formation	profondeur	lithologie	description	interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
formation des sables pissards	20.4		sable bouillant ? non récupéré						p 301 p 302 p 303 p 304 p 305 p 306 p 307 p 308 p 309 p 310 p 311 p 312 p 313 p 314 p 315 p 316 p 317 p 318 p 319 p 320 p 321 p 322				
			silt sablonneux à ripplemarks							•			
	20.8		alternances de sables fins et très fins		21.0	•			p 323 p 324 p 325 p 326 p 327 p 328 p 329 p 330 p 331 p 332 p 333 p 334 p 335 p 336 p 337 p 338 p 339	•			

formation	profondeur	lithologie	description	interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfossils
formation des sables pissards	18.8		sable non récupéré										
			silt sableux, MO, coquilles, bio		19.0	•	•		<p>p 284</p> <p>p 285</p> <p>p 286</p> <p>p 287</p> <p>p 288</p> <p>p 289</p> <p>p 290</p> <p>p 291</p> <p>p 292</p> <p>p 293</p> <p>p 294</p> <p>p 295</p> <p>p 296</p> <p>p 297</p> <p>p 298</p> <p>p 299</p> <p>p 300</p>	•			
	19.2		sable bouillant ? non récupéré										
					20.0								

formation	profondeur	lithologie	description	interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès	
formation des sables pissards			sable moyen à grossier coquiller	slikke ?					p 243bis p 244 p 245 p 246 p 247 p 248 p 249 p 250 p 251 p 252 p 253 p 254 p 255 p 256 p 257 p 258 p 259 p 260 p 261 p 262 p 263 p 264 p 265 p 266 p 267 p 268 p 269 p 270 p 271 p 272 p 273 p 274 p 275 p 276 p 277 p 278 p 279 p 280 p 281 p 282 p 283 p 283bis					
	17.6		sable moyen à racines											
	17.6		argile coquillère											
	17.8		sable argileux											
	17.8		argile à lamines ondulées											
	18.1		argile sableuse laminée											
	18.3		tourbe brune, débris de bois									c280 c281		
	18.3		sable non récupéré											
		18.0												

formation	profondeur	lithologie	description	Interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfossiles	
formation des sables pissards	15.8		sable moyen à stratif. oblique		16.0									
			sable moyen à grossier gris, lam											
	16.1 16.2		sable moyen à lamines planes											
			sable moyen à grossier coquiller	slikke ?	17.0									

- p 196
- p 197
- p 198
- p 199
- p 200
- p 201
- p 202
- p 203
- p 204
- p 205
- p 206
- p 207
- p 208
- p 209
- p 210
- p 211
- p 212
- p 213
- p 214
- p 215
- p 216
- p 217
- p 218
- p 219
- p 220
- p 221
- p 222
- p 223
- p 224
- p 225
- p 226
- p 227
- p 228
- p 229
- p 230
- p 231
- p 232
- p 233
- p 234
- p 235
- p 236
- p 237
- p 238
- p 239
- p 240
- p 241
- p 242
- p 243
- p 243bis

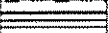
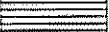
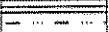

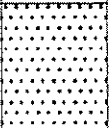
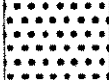
formation	profondeur	lithologie	description	interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
formation dunaire	9.0		sable moyen à lamines obliques		9.0								
			sable moyen compacté										
	9.1		sable non récupéré										
	9.3		sable moyen à lamines planes										
	9.8		niveau organique oxydé	croûte cryptogamique ?						p 468	c468		
	9.8		sable moyen-racines										
	9.9		niveau organique	paléosol ?									
	10.0		sable moyen-racines		10.0								

8.77 M - 10.00 M


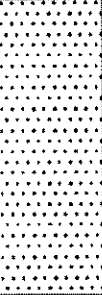
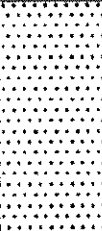
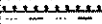
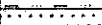
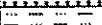
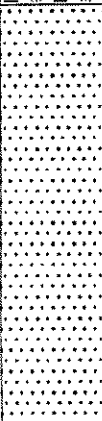
Nom du document Log ANNEXE1.DLG  
 Nom du sondage M3  
 Echelle 1 / 10  
 Tranche de profondeur 10.00 M - 20.00 M  
 Date d'impression 28/03/00

formation	profondeur	lithologie	description	interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès	
formation dunaire	10.2	[dotted pattern]	sable moyen-racines	paléosol	11.0	•								
	10.2		sable moyen-tache d'oxydation											
	10.3	sable moyen												
	10.3	lit organique												
	10.4	sable moyen-racines												
niveau tourbeux intermédiaire	10.6	[horizontal lines]	niveau organique											
	10.6	[horizontal lines]	argile laminée/MO											
	10.9	[dotted pattern]	sable moyen											
	10.9	[dotted pattern]	lit coquiller											
	10.9	[dotted pattern]	sable moyen											
	11.1	[dotted pattern]	sable argileux											
	11.1	[dotted pattern]	sable moyen											
	11.2	[dotted pattern]	sable argileux											
	formation des sables pissards	10.2	[dotted pattern]	sable moyen-racines										
		10.2	[dotted pattern]	sable moyen-tache d'oxydation										
10.3		[dotted pattern]	sable moyen											
10.3		[dotted pattern]	lit organique											
10.4		[dotted pattern]	sable moyen-racines											
10.4		[dotted pattern]	sable moyen (mal récupéré)											
10.6		[horizontal lines]	niveau organique											
10.6		[horizontal lines]	argile laminée/MO											
10.9		[dotted pattern]	sable moyen											
10.9		[dotted pattern]	lit coquiller											
10.9	[dotted pattern]	sable moyen												
11.1	[dotted pattern]	sable argileux												
11.1	[dotted pattern]	sable moyen												
11.2	[dotted pattern]	sable argileux												

10.00 M - 11.21 M

formation	profondeur	lithologie	description	interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
formation des sables pissards	11.2		sable argileux			•	•						
			argile laminée/MO										
	11.3		sable argileux										
	11.4		sable moyen										
	11.6		sable grossier, boulang mal récu		12.0								
	12.6		sable oxydé, racines			•	•						

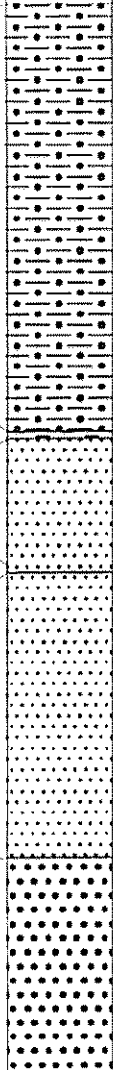
11.21 M - 12.72 M

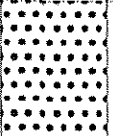
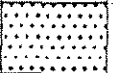

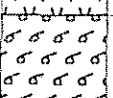

formation	profondeur	lithologie	description	Interpretation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
formation des sables pissards	12.8		sable oxydé, racines			•	•						
			sable moyen coquiller, bioturbé		13.0				p 482				
	13.2		sable moyen bioturbé										
	13.5		sable argileux										
	13.6		sable moyen										
	13.6		sable argileux										
	13.6		sable moyen		14.0								

12.72 M - 14.23 M

formation	profondeur	lithologie	description	Interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
formation des sables pissards			sable moyen		15.0								
	15.1		sable fin à moyen compact	déferlement ?									
	15.4		sable moyen										
	15.5		sable coquiller										
	15.6		sable moyen à lamines floues										

14.23 M - 15.74 M

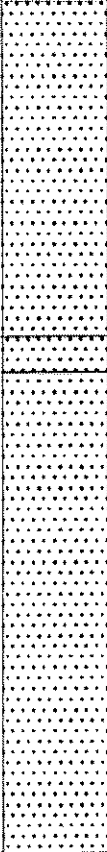
formation	profondeur	lithologie	description	Interpretation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfossiles
formation des sables pissards			sable moyen à lamines fines		16.0								
	16.4		galets remaniés de MO										
	16.4		sable moyen à coquilles										
	16.5		lit coquiller										
	16.5		sable moyen										
	17.0		sable mal récupéré, bouillant ?		17.0								

formation	profondeur	lithologie	description	Interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
formation des sables pissards	17.5		sable mal récupéré, boulant ?	déferlement	18.0			pm 483		c486 c487			
	17.5		sable fin à moyen, compact.										
			sable moyen très coquiller										
	18.6		sable coquiller à MO										
	18.8		argile, racines										
								pm 484					
								pm 485					
								pm 486					
								pm 487					
								pm488					
								pm489					
								pm490					
								pm 491					
								pm492					
								pm 493					
								pm494					
								pm 495					
								pm496					
								pm497					
								pm498					
								pm 499					
								pm500					
								pm 501					
								pm 502					
								pm 503					
								pm 504					
								pm505					
								pm 506					
								pm507					
								pm508					
								pm 509					
								pm 510					
								p m 511					
								pm 512					
								pm 513					
								pm 514					
								p 515					

17.25 M - 18.77 M

formation	profondeur	lithologie	description	Interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfossiles		
formation des sables pissards	18.8		argile, racines		19.0				p 515		c516				
			sable moyen coquiller, galets re							p 516		c517			
	18.9		sable fin à moyen compact	déferlement ?						p 517		c518			
	19.0		sable moyen							p 518					
	19.3		sable fin à moyen compact	déferlement ?											
	19.3		sable moyen												
	19.7		sable fin à moyen compact	déferlement ?											
	19.8		sable moyen												
							20.0								

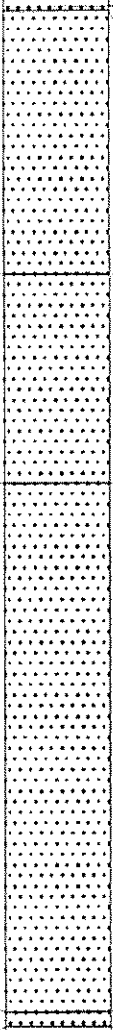
Nom du document Log ANNEXE1.DLG  
 Nom du sondage M3  
 Echelle 1 / 10  
 Tranche de profondeur 20.00 M - 30.00 M  
 Date d'impression 28/03/00

formation	profondeur	lithologie	description	interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
formation des sables pissards			sable moyen										
	20.5		sable fin à moyen compact	déferlement									
	20.5		sable moyen			21.0							

20.00 M - 21.21 M

formation	profondeur	lithologie	description	interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès	
formation des sables pissards			sable moyen											
	21.4		sable fin à moyen compact	déferlement ?										
	21.5		sable moyen											
	21.5		sable fin à moyen compact	déferlement ?										
	21.5													
				sable moyen		22.0								
	22.5		sable fin à moyen compact	déferlement ?										
	22.6		sable moyen											
	22.7		sable fin à moyen compact	déferlement ?										

21.21 M - 22.72 M

formation	profondeur	lithologie	description	interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
formation des sables pissards	22.7		sable fin à moyen compact	déferlement ?	23.0								
			sable moyen										
	23.1		sable moyen coquiller										
	23.4		sable moyen										
	24.0												
	24.1		sable fin à moyen compact	déferlement ?									
	24.2		sable moyen, galet de MO en base										

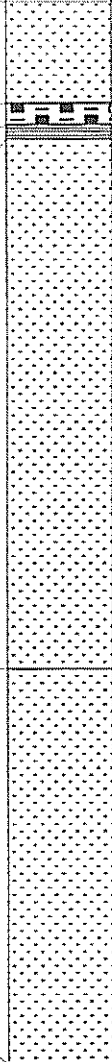
p 519  
p 520

c520

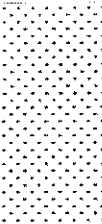
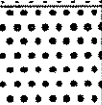

22.72 M - 24.23 M

formation	profondeur	lithologie	description	Interpretation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
formation des sables pissards	24.3		sable moyen, galet de MO en base						p 520 p 521 p 522 p 523		c520 c521 c522		
	24.4		argile										
	24.5		sable moyen										
	24.6		sable argileux										
	25.0		sable moyen à rides de courants		25.0								
	25.0		sable fin										
	25.7 25.7		lit de mo sable fin										

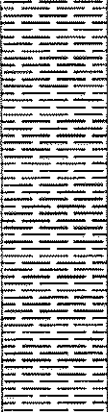

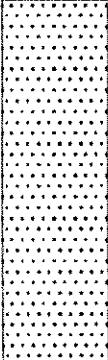
formation	profondeur	lithologie	description	Interpretation sedimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Petrologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
formation des sables pissards	26.3 26.3 26.4 26.4		sable fin		26.0								
			lit de MO sable fin lit argileux										
			sable fin à lamines planes		27.0								

formation	profondeur	lithologie	description	interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
formation des sables pissards	27.4		sable fin à lamines planes		28.0								
	27.4		sable fin à galets de MO										
	27.5		argile										
	28.2		sable fin à lamines planes										
	28.8	sable fin organique, laminations											

27.25 M - 28.77 M

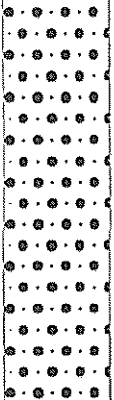
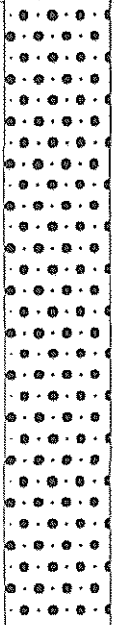

formation	profondeur	lithologie	description	Interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
formation des sables pissards	29.1		sable fin organique, laminations		29.0								
	29.2		sable fin laminé, sans MO										
			sable fin laminé, MO										
	29.6		mauvaise récupération sable clair										
	29.8		alternances cm sables argiles										
	30.0												

Nom du document Log ANNEXE1.DLG  
 Nom du sondage M3  
 Echelle 1 / 10  
 Tranche de profondeur 30.00 M - 38.10 M  
 Date d'impression 28/03/00

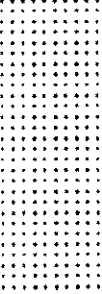

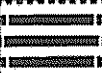

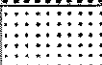


formation	profondeur	lithologie	description	Interpretation sedimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
formation des sables pissards			alternances cm sables argiles										
	30.6		mal récupéré										
	30.7		sable fin à moyen		31.0								
									<p>p 525</p> <p>p 526</p> <p>p 527</p> <p>p 528</p> <p>p 529</p> <p>p 530</p> <p>p 531</p> <p>p 532</p> <p>p 533</p> <p>p 534</p> <p>p 535</p> <p>p 536</p> <p>p 537</p> <p>p 538</p> <p>p 539</p> <p>p 540</p> <p>p 541</p> <p>p 542</p> <p>p 543</p> <p>p 544</p> <p>p 545</p> <p>p 546</p> <p>p 547</p> <p>p 548</p> <p>p 549</p>				

30.00 M - 31.21 M

formation	profondeur	lithologie	description	Interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfossiles
formation des sables pissards	31.3		sable fin à moyen		32.0				p 549				
			alternance mm sable et argile						p 550				
	31.5		argiles laminées						p 551				
			sable fin						p 552				
	31.7		argiles laminées						p 553				
	31.8		sable, à galets de tourbe						p 554				
	31.8		argiles laminées						p 555				
	31.9		tourbe						p 556				
	32.0		silt						p 557				
	32.0		sable et gravier de silex, mal r						p 558				
formation à silex			sable et gravier de silex, mal r						p 559				
			sable et gravier de silex, mal r						p 560				
			sable et gravier de silex, mal r						p 561				
			sable et gravier de silex, mal r						p 562				
			sable et gravier de silex, mal r						p 563				
			sable et gravier de silex, mal r						p 564				
			sable et gravier de silex, mal r						p 565				
			sable et gravier de silex, mal r						p 566				
			sable et gravier de silex, mal r						p 567				
			sable et gravier de silex, mal r						p 568				
			sable et gravier de silex, mal r						p 569				
			sable et gravier de silex, mal r						p 570				
			sable et gravier de silex, mal r						p 571				
			sable et gravier de silex, mal r						p 572				
		sable et gravier de silex, mal r						p 573					
		sable et gravier de silex, mal r						p 574					
		sable et gravier de silex, mal r						p 575					
		sable et gravier de silex, mal r						p 576					
		sable et gravier de silex, mal r						p 577					
		sable et gravier de silex, mal r						p 578					
		sable et gravier de silex, mal r						p 579					
		sable et gravier de silex, mal r						p 580					
		sable et gravier de silex, mal r						p 581					
		sable et gravier de silex, mal r						p 582					
		sable et gravier de silex, mal r						p 583					
		sable et gravier de silex, mal r						p 584					
		sable et gravier de silex, mal r						p 585					
		sable et gravier de silex, mal r						p 586					
		sable et gravier de silex, mal r						p 587					
		sable et gravier de silex, mal r						p 588					
		sable et gravier de silex, mal r						p 589					
		sable et gravier de silex, mal r						p 590					
		sable et gravier de silex, mal r						p 591					
		sable et gravier de silex, mal r						p 592					
		sable et gravier de silex, mal r						p 593			c593		
		sable et gravier de silex, mal r						p 594			c594		

formation	profondeur	lithologie	description	Interpretation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfossiles
formation à silex	33.3		sable et lits de graviers de sil		33.0								
			sable et gravier de silex mal ré		34.0								
	34.2		sable fin compact										






32.72 M - 34.23 M

formation	profondeur	lithologie	description	interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
formation à silex			sable fin compact		35.0								
	34.7		sable et graviers épars										
	34.9		gravier de silex et sable										
	35.0		graviers de silex mal récupérés										
	35.5		sable fin										
	35.6		gravier et sable										
	35.7		sable fin à lamines obliques (60										

34.23 M - 35.74 M

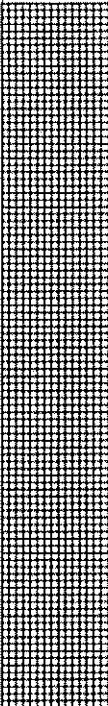

formation	profondeur	lithologie	description	Interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
formation à silex	36.2		sable fin à lamines obliques (60		36.0								
	36.5		alt. de graviers de silex et sable										•
craie sénonnienne	36.5		sable moyen à granules de craie	cryoturbation?									•
	37.2		galets de silex et sable		37.0	•	•				c626		

35.74 M - 37.26 M

formation	profondeur	lithologie	description	interprétation sédimentologique	profondeur	Granulométrie et calcimétrie	Minéralogie-Sédigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfaciès
craie sénonnienne	37.3		galets de silex et sable										
	37.3		silt pyriteux										
			craie altérée										
	37.6		craie		38.0								
	38.1												

## *Sondages F7 et F9*

Nom du document Log ANNEXE1.DLG  
 Nom du sondage M1\_1  
 Echelle 1 / 10  
 Tranche de profondeur 0.00 M - 7.50 M  
 Date d'impression 28/03/00

formation	profondeur	lithologie	description	interprétation sédimentologique	profondeur	granulométrie et calcimétrie	minéralogie-Séigraphie	Exoscopie	Palynologie	analyse réalisée	échantillonnage C14	analyse réalisée	microfossiles
remblai			remblai						p 595		c595		
formation des sables pissards, sup.	1.0		tourbe, argile sableuse		1.0					p 596 p 597 p 598 p 599 p 600 p 601	c596 c597 c598 c599 c600 c601		

Nom du document Log ANNETAR.DLG  
 Nom du sondage F7  
 Echelle 1 / 50  
 Tranche de profondeur 0.00 M - 10.50 M  
 Date d'impression 28/03/00

profondeur	lithologie	description	Figures sédimentaires	formations	analyse C14	analyses exoscopiques
0.1	XXXXXX	terre végétale sableuse		sol		
0.7						
1.2		sable beige		formation dunaire		
4.5		tourbe (en place ?)				
4.6		sable gris				
5.6		tourbe brune compacte				
5.9		sable gris				
6.0		tourbe noire très compacte				
6.1		argile sableuse				
6.3		argile grise compacte		formation intermédiaire		
7.5		argile sableuse				
8.0		sable gris à coquilles éparses				
8.7		sable coquiller à galet de tourbe		formation pissarde		
8.8		sable gris à coquilles éparses				

Nom du document Log ANNETAR.DLG  
 Nom du sondage F9  
 Echelle 1 / 50  
 Tranche de profondeur 0.00 M - 10.50 M  
 Date d'impression 28/03/00

profondeur	lithologie	description	Figures sédimentaires	formations	analyse C14	analyses exoscopiques
		sable beige				•
1.2		tourbe (carbonatée)				
1.2		sable beige	▲			
2.0		sable beige				•
2.3		tourbe oxydée à son toit (fer), non carbonatée				•
2.3						
3.0		sable beige				•
3.1				formation dunaire		•
3.6		tourbe non carbonatée				•
3.8						
4.0		sable beige				•
4.1						
4.3						
5.1						
5.3		sable gris				
6.5						
6.6						
6.9		argile grise compacte à déb. vgtx	/	formation intermédiaire		
7.5		sable gris à coquilles éparses		formation pissarde		

**BRGM**  
**SERVICE DES ACTIONS REGIONALES**  
**Service Géologique Régional Nord Pas-de-Calais**  
Fort de Lezennes - 59260 Lezennes – France – Tél. : 03.20.19.15.40