



HAL
open science

Sur l'évolution géodynamique du Marquenterre (Basse-Somme) à l'HoIocène et durant le Weichsèlien ancien

Mireille Ters, Georgette Delibrias, Michelle Denèfle, A. Rouvillois, A. Fleur

► **To cite this version:**

Mireille Ters, Georgette Delibrias, Michelle Denèfle, A. Rouvillois, A. Fleur. Sur l'évolution géodynamique du Marquenterre (Basse-Somme) à l'HoIocène et durant le Weichsèlien ancien. Bulletin de l'Association française pour l'étude du quaternaire, 1980, 17 (1), pp.11-23. 10.3406/quate.1980.1364 . hal-03412909

HAL Id: hal-03412909

<https://hal.science/hal-03412909>

Submitted on 3 Nov 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Sur l'évolution géodynamique du Marquenterre (Basse-Somme) à l'Holocène et durant le Weichsélien ancien

Mireille Ters, Georgette Delibrias, Michelle Denèfle, A. Rouvillois, A. Fleur

Résumé

L'étude d'un sondage aux environs de Rue (Somme) a permis de reconnaître une succession de huit épisodes de sédimentation marine, alternant avec des formations continentales qui s'échelonnent depuis le Weichsélien ancien jusqu'à l'époque actuelle. Des témoins de deux transgressions marines, datant du Weichsélien ancien, ont été découvertes. Elles peuvent être attribuées aux interstades d'Amersfoort et de Brörup.

Abstract

On the geodynamic evolution of the Marquenterre (low Somme) during the Eo-Weichselian and the Holocene the series of marine and continental deposits near the village of Rue. A succession of eight episodes of marine sedimentation are recognised in a boring, nearby Rue (low valley of the Somme). These marine deposits are separated by continental formations, extending from the early Weichselian to the present day. Witnesses of high-sea levels, dating from the Eo-Weichselian, have been discovered: they can be attributed to the Amersfoort and to the Brörup interstadials.

Citer ce document / Cite this document :

Ters Mireille, Delibrias Georgette, Denèfle Michelle, Rouvillois A., Fleur A. Sur l'évolution géodynamique du Marquenterre (Basse-Somme) à l'Holocène et durant le Weichsélien ancien. In: Bulletin de l'Association française pour l'étude du quaternaire, vol. 17, n°1-2, 1980. pp. 11-23;

doi : <https://doi.org/10.3406/quate.1980.1364>

https://www.persee.fr/doc/quate_0004-5500_1980_num_17_1_1364

Fichier pdf généré le 06/11/2020

SUR L'ÉVOLUTION GÉODYNAMIQUE DU MARQUENTERRE (BASSE-SOMME) A L'Holocène ET DURANT LE WEICHSELIEN ANCIEN : LA SÉRIE DES DÉPÔTS MARINS ET CONTINENTAUX AUX ENVIRONS DE RUE



par M. TERS *, G. DELIBRIAS **, M. DENÉFLE *,
A. ROUVILLOIS *** et A. FLEURY *

RÉSUMÉ

L'étude d'un sondage aux environs de Rue (Somme) a permis de reconnaître une succession de huit épisodes de sédimentation marine, alternant avec des formations continentales qui s'échelonnent depuis le Weichsélien ancien jusqu'à l'époque actuelle. Des témoins de deux transgressions marines, datant du Weichsélien ancien, ont été découvertes. Elle peuvent être attribuées aux interstades d'Amersfoort et de Brørup.

ABSTRACT

ON THE GEODYNAMIC EVOLUTION OF THE MARQUENTERRE (LOW SOMME) DURING THE EO-WEICHSELIAN AND THE HOLOCENE : THE SERIES OF MARINE AND CONTINENTAL DEPOSITS NEAR THE VILLAGE OF RUE.

A succession of eight episodes of marine sedimentation are recognised in a boring, nearby Rue (low valley of the Somme). These marine deposits are separated by continental formations, extending from the early Weichselian to the present day. Witnesses of high-sea levels, dating from the Eo-Weichselian, have been discovered : they can be attributed to the Amersfoort and to the Brørup interstadials.

I. - INTRODUCTION

Entre les anticlinaux de l'Artois, au Nord, et du Bray, au Sud, l'ensemble constitué par les basses vallées de la Canche, de l'Authie et de la Somme forme une zone légèrement affaissée vers l'Ouest, qui se termine par un long marais littoral parallèle

au rivage, la Plaine maritime picarde, allant du Cap d'Alprech à Ault (fig. 1). A l'Est, la plaine est bordée par la falaise fossile du plateau crayeux et à l'Ouest par des dunes flamandaises. Au Nord de la Somme, entre le Crotoy et Verton, des buttes de galets émergent du marais ou sont accolées à la falaise, sur une vingtaine de km, en direction N-S; elles culminent entre 9 et 13 m et forment les cordons de Waben, de Quend, de Villers sur Authie, de Rue et du Crotoy. Ces buttes résiduelles appartenaient vraisemblablement à un ensemble unique, lors de la mise en place des cailloutis, dont la base au moins est contemporaine du Cromérien (faune à *Hippopotamus major*, comparable à celle de Wissant (Ters et Pinot, 1969).

* Laboratoire associé au CNRS, n° 141, 191, rue Saint-Jacques, 75005 Paris (France).

** Laboratoire des faibles radioactivités, CNRS-CEA, 91190 Gif-sur-Yvette (France).

*** Laboratoire de Micropaléontologie, Université P. et M. Curie, 4, place Jussieu, 75230 Paris-Cedex (France).

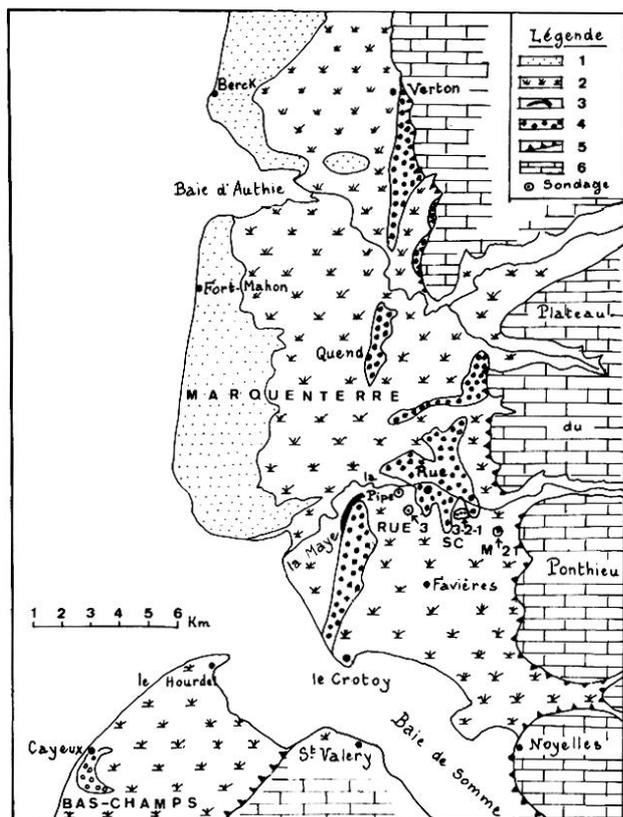


Fig. 1. - Le Marais du Marquenterre et la Baie de Somme.

1 : Dunes et cordons sableux. 2 : Marais flandrien. 3 : Cordon de galets flandriens. 4 : Cordons de galets pléistocènes (foraines). 5 : Falaise morte. 6 : Plateau crayeux. - Localisation des sondages de Rue 3, M 21, SC 1, 2, 3 et « la Pipe ».

Fig. 1. - The Marquenterre marsh and the Somme's Bay.

1 : Dunes and sandy bars. 2 : Flandrian marsh. 3 : Flandrian bar of pebbles. 4 : Pleistocene bars of pebbles. 5 : Dead cliff. 6 : Chalky Plateau. - Location of borings : Rue 3, M 21, SC 1, 2, 3 and « la Pipe ».

Les sondages étudiés sont situés au SW et au Sud du cordon de Rue dont la bordure méridionale est disséquée en trois buttes très aplaties de cailloutis (nommées foraines), orientées N-S et culminant entre 5 et 13 m NGF. Elles sont séparées par des vallons ouverts dans la direction de la paléo-vallée de la Maye, au Sud. Ces vallons sont remblayés, en surface, par des alluvions holocènes marines et continentales; les sondages SC 1, 2 et 3 ont été faits dans un vallon situé à l'Ouest de la foraine de Lannoy et le sondage de Rue 3 sur la bordure ouest de la foraine de Rue (x : 285.25; y : 551.65; z : 4.25 m).

Dans ces sondages, le socle crayeux a été atteint aux profondeurs suivantes : pour SC 1 à -4,35 m NGF; pour SC 2 à -3,70 m; pour SC 3 à -1,95 m (fig. 3) et pour Rue à -18,35 m. La craie n'a pas été touchée à -2,70 m dans le sondage M21 (à 2 750 m au SE de Rue (P. Lefèvre, 1980)), ni

à -5 m au sondage de la Pipe (1 km au SW de Rue). Les sondages SC 1, 2 et 3 ont été faits au-dessus des éperons interfluviaux du versant de rive droite de la paléo-vallée de la Maye, enfouis sous les alluvions flandriennes, tandis que le sondage M 21 se trouve vraisemblablement au-dessus du versant sud de cette vallée (entre Arry et Favières). Autour de l'emplacement de Rue 3, le marais est drainé par le ruisseau du Broutel, relié par des chenaux au Canal de la Maye; son altitude moyenne est de 4 à 5 m.

II. - DESCRIPTION DU SONDAGE DE RUE (fig. 2) LES UNITÉS LITHOSTRATIGRAPHIQUES (1)

1. **Le cailloutis de base (n° 26-25).** A la base du sondage, sur la craie, repose un sable gris clair (26) enrobant des fragments anguleux de craie, des silex entiers et des éclats émoussés de 2 à 5 cm de longueur; le sable est constitué par des grains de quartz émoussés-luisants et émoussés-mats remaniés du Secondaire et du Tertiaire, des grains de grès à ciment siliceux et de très nombreux débris de silex de taille inférieure à 1 mm. Parmi les minéraux lourds, dominant le grenat (44 %) et l'épidote (16 %); la hornblende verte est abîmée (5 %), l'augite est présente (1 %). Au-dessus, entre -17,75 et -13,75 (25), les galets de silex, longs de 1 à 8 cm, et enrobés dans un sable, forment des couches superposées plus ou moins grossières; les éclats anguleux, très nombreux, sont le signe d'une gélifraction importante, ayant précédé le dépôt.

Largement antérieur à une tourbe datée de plus de 38 500 ans (21), ce complexe de cailloutis est dépourvu de toute pédogenèse, contrairement aux cailloutis roulés marins de la butte de Rue, d'âge Pléistocène moyen, en contre-bas desquels il se trouve. La mise en place du cailloutis, à -18,35 m, implique l'existence d'un niveau marin très inférieur à l'actuel. Dans les vallées avoisinantes, le fond rocheux creusé dans la craie et recouvert par les graviers périglaciaires wurmiens, se trouve à des altitudes de même ordre : -20 m à Abbeville (rue de la Pointe) et à -38 m à l'embouchure de la Somme (Le Hourdel), -28 m à l'embouchure de l'Authie (Fort-Mahon), -35 m à l'embouchure de la Canche (Merlimont). Le sondage de Rue 3 a été implanté dans une petite paléo-

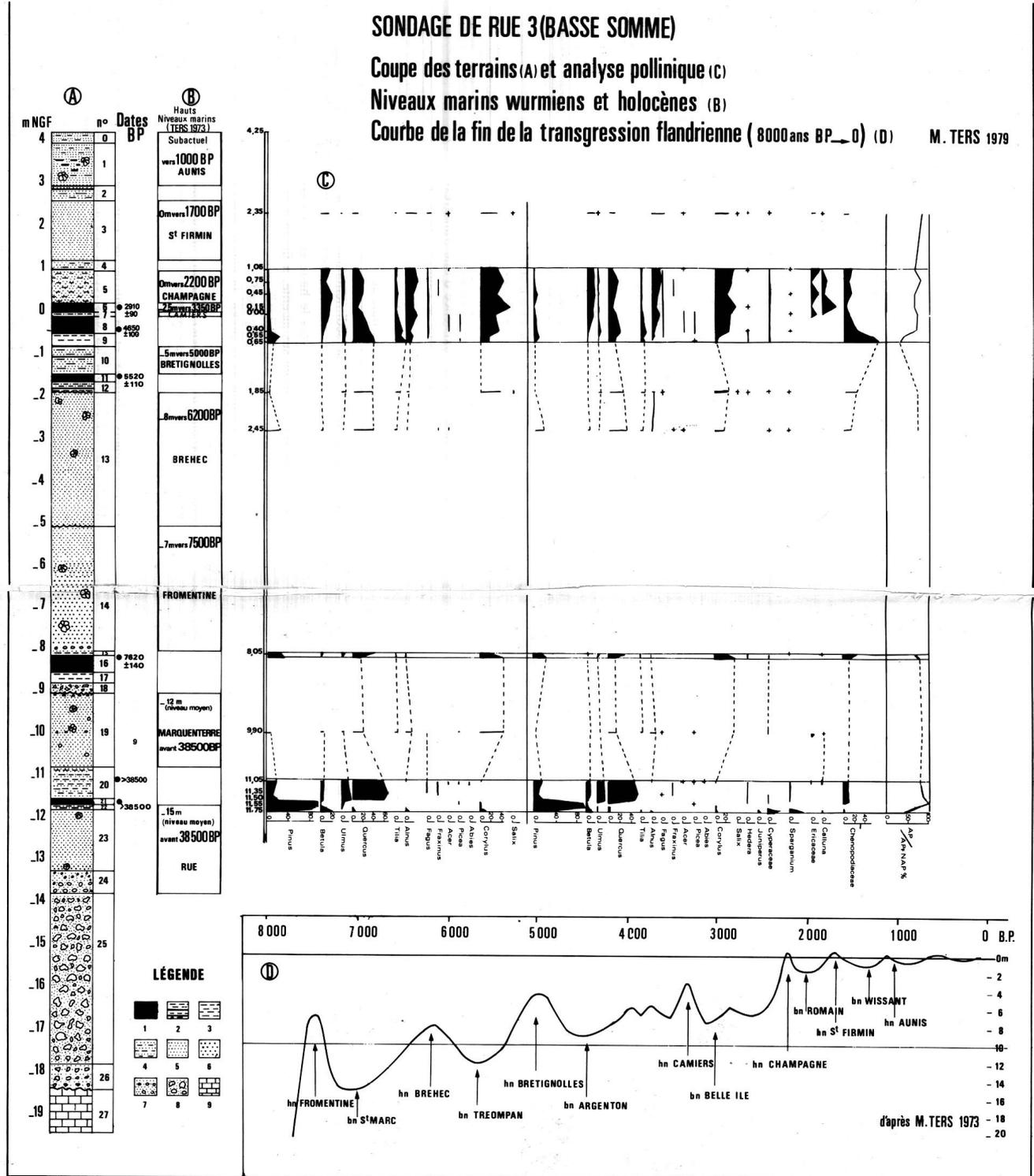
(1) Nous adressons nos remerciements les plus vifs à MM. les Ingénieurs et Techniciens des Services de l'Équipement, à Saint-Quentin, pour avoir bien voulu nous faciliter l'étude de cette remarquable carotte de sondage.

Fig. 2. - Le sondage de Rue 3.

Légendes des figurés : 1 : Tourbe. 2 : Argile tourbeuse. 3 : Argile. 4 : Silt argileux. 5 : Silt sableux. 6 : Sable très fin. 7 : Cailloutis de silex roulés. 8 : Cailloutis de silex géolifracés à matrice de sable fin. 9 : Craie.

Faciès des dépôts : 0 : Sol. 1 : Silt argileux brunâtre (limnées, roseaux). 2 : Silt argileux gris, avec laminations argileuses. Débris végétaux. 3 : Silt sableux gris. 4 : Silt tourbeux. 5 : Silt argileux gris. 6 : Tourbe. 7 : Silt gris, avec laminations tourbeuses millimétriques. 8 : Tourbe. 9 : Argile tourbeuse, à débris végétaux. 10 : Silt tourbeux à plantes flottées. 11 : Tourbe. 12 : Argile grise tourbeuse (roseaux). 13 : Silt sableux gris clair (Foraminifères, Ostracodes). 14 : Sable très fin gris clair, micacé, avec galets roulés à la base. 15 : Argile grise silteuse (roseaux, coquilles). 16 : Tourbe silteuse. 17 : Argile jaune silteuse (coquilles d'eau douce). 18 : Gravier à matrice de sable fin, avec silex brisés. 19 : Sable très fin avec silex roulés disséminés. 20 : Argile jaune compacte (coquilles d'eau douce). 21 : Tourbe. 22 : Argile jaune avec coquilles d'eau douce. 23 : Sable très fin, de plus en plus fin vers le haut. 24 : Cailloutis de silex roulés (2-7 cm), dans matrice de sable fin. 25 : Cailloutis sableux, avec galets de silex éclatés. 26 : Sable graveleux, avec fragments de craie et de silex brisés (2-5 cm). 27 : Craie.

N.B. - A gauche du diagramme, les % sont figurés par rapport au total des arbres; à droite par rapport du total des AP + NAP.



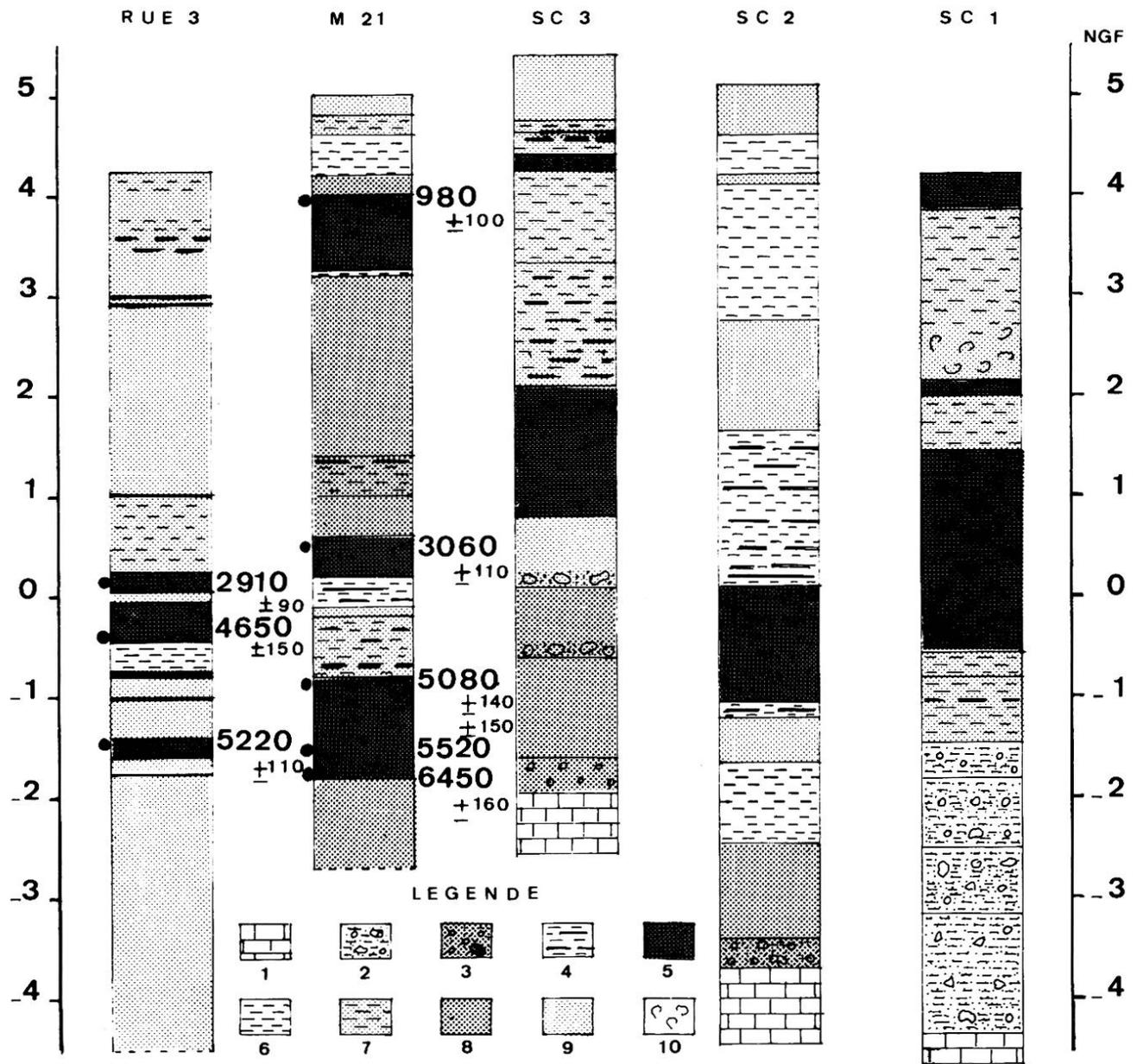


Fig. 3. - Légende. Coupes comparées de cinq sondages au Sud de Rue
(localisation sur la fig. 1).

Les dépôts flandriens (silt, argiles et tourbes) reposent sur les cailloutis marins pléistocènes de la foraine de Rue, à +0.25 m en SC3 et à -3.5 m en SC2. Ils reposent sur les limons crayeux à silex à -1.50 m, en SC1. Ils reposent sur des dépôts weichséliens, dans le sondage de Rue 3 (à -11,50 m).

- 1 : Craie. 2 : Limon crayeux avec silex entiers ou cassés et sable. 3 : Cailloutis pléistocène (silex roulés dans matrice de sable fin). 4 : Limon à passées tourbeuses. 5 : Tourbe. 6 : Argile ou limon. 7 : Silt limoneux. 8 : Sables marins. 9 : Silt marin sableux. 10 : Coquilles brisées.

Fig. 3. - Comparative sections of five borings, South of Rue (Somme).
(Cf. fig. 1).

The Flandrian deposits (silt, clay, peat) are lying either on the Pleistocene marine gravels (SC3, at +0.25 m and SC2, at -3.5 m), or on the chalky continental deposits (SC1, at -1.50 m). They are lying on Weichselian deposits, in the boring Rue 3, at -11.50 m.

- 1 : Chalk. 2 : Chalky loam, with pieces of flint and sand. 3 : Pleistocene gravels (rounded pebbles of flint in a matrix of fine sand). 4 : Loam with fine layers of peat. 5 : Peat. 6 : Clay or loam. 7 : Loamy silts. 8 : Marine sands. 9 : Marine sandy silts. 10 : Debris of shells.

que par 2%, *Betula* et *Corylus* par 0,5%. A - 11,55 m, *Pinus* représente encore 95,2% du total. *Ulmus* est présent (3%) avec *Picea* (0,6%) et *Hedera* (0,6%). L'absence des Chénopodiacées traduit l'éloignement du rivage. La tourbe est datée de plus de 38 500 ans, à - 11,55 m (Gif 4885).

4. Les dépôts marécageux situés entre - 11,50 et - 10,75 m (20). Reposant sur la tourbe, ce sont des argiles formées en milieu réducteur. Elles sont datées de plus de 38 500 ans à - 11,05 m (Gif 5146). Par rapport à celui de la tourbe sous-jacente, le contenu pollinique traduit une forte amélioration climatique : de - 11,50 à - 11,35 m, *Pinus* décline (de 18,5 à 7,3 %), tandis que *Quercus* se développe (de 49,6 à 53,6%); *Ulmus* reste abondant (14%).

Le sédiment passe progressivement à des sables silteux très fins : l'installation de ce marécage d'eau douce (entre - 11,50 m et - 10,75 m) paraît liée à la remontée du niveau phréatique accompagnant un mouvement transgressif de la mer. L'apparition des Chénopodiacées (10% à - 11,50 m, 7% à - 11,35 m et 9% à - 11,05 m) est en accord avec la proximité d'un rivage. A - 11,05 m, le pourcentage de *Quercus* est de 50,1% et celui d'*Ulmus* de 11,2%.

5. Les dépôts marins situés entre - 11,75 et - 9 m (19). Ce sont des sables silteux et des silts, de plus en plus fins vers le sommet, qui renferment quelques galets de silex disséminés (de 1 à 2 cm) et de nombreux débris organiques : fragments de coquilles, baguettes d'Oursins, spicules de Spongiaires, Ostracodes, Foraminifères (11 espèces). Ces derniers sont petits, souvent cassés et peu nombreux. Parmi eux dominant *Buccella frigida*, *Elphidium Williamsoni*, *Protelphidium parvulum*, suivis par *Ammonia tepida*. Les Miliolites sont absentes (Tableau I). Il n'y a pas d'Ostracodes. Seule la faune de la zone intertidale est représentée : comme dans les silts situés entre - 12 et - 13 m, le milieu était abrité des influences marines directes.

A - 9,90 m, le pourcentage des carbonates est de 10%. La fraction sableuse est riche en minéraux lourds : hornblende verte : 18%, grenat 16%, épidote 40%; le glaucophane et le chloritoïde sont présents : ce cortège est celui des sables des plages actuelles, en bordure du Marquenterre. Il est identique à celui des dépôts marins holocènes. L'analyse pollinique montre la prédominance de *Corylus* (34,7%), accompagné de *Quercus* (16,7%), d'*Ulmus* 3,5% et de *Tilia* (3,1%); ces essences thermophiles sont toutefois moins abondantes que dans l'argile sous-jacente. *Betula* atteint 6,6%. La présence d'*Alnus* (7,9%) reflète l'humidité du milieu. Les Chénopodiacées (11%) attestent l'existence de vastes zones proches occupées par la

slikke et le schorre. Le dépôt 19 culmine à - 9 m; compte tenu de la faune, typique de la slikke, on peut admettre que le niveau moyen de la mer avait atteint l'altitude de - 12 m environ.

La continuité de la sédimentation entre l'argile (20) et les silts à Foraminifères (19) permet d'attribuer ces deux formations à une période de réchauffement notable où réapparaît la Chênaie et qui permet un important relèvement du niveau marin : nous proposons d'appeler cette *deuxième pulsation positive de la mer, antérieure à 38 500 ans* : « Haut-niveau du Marquenterre ».

AGE DES DEUX TRANSGRESSIONS (dépôts n° 23-22 et 20-19).

Entre le début du Weichsélien et 38 500 ans, plusieurs périodes d'amélioration climatique ont été découvertes, surtout au moyen de l'analyse pollinique. Ce sont les interstades plus ou moins tempérés d'Amersfoort, de Brørup et d'Odderade. Mais cette amélioration correspond-elle à un important retrait des glaciers et à des transgressions aussi élevées que - 15 m et - 12 m NGF ?

1. Au Danemark, Sv. T. Andersen a décrit la séquence suivante, observée au site de Brørup Hoter Bog (1957, 1960), au Jutland. Au-dessus des dépôts eemiens, on observe :

- une phase froide, avec phénomènes de solifluxion,
- une phase plus chaude, dominée par *Betula nana* et *Juniperus communis*, corrélée avec l'Interstade d'Amersfoort,
- une phase froide, avec phénomènes de solifluxion,
- une phase plus chaude, avec 4 stades :
 - stade à *Betula nana* et *Juniperus communis*,
 - stade à *B. pubescens* et *Pinus silvestris*, accompagnés de quelques thermophiles : *Quercus*, *Ulmus*, *Corylus* et *Fraxinus*,
 - stade de forêt dense, avec *Betula*, *Pinus*, *Picea abies* et *P. Omorikoides*,
 - stade plus humide, avec d'abondantes *Ericaceae*, où la forêt est dominée par *Pinus*, *Picea* et *Betula* :

C'est l'interstade de Brørup; d'après Andersen, sa durée fut de plusieurs milliers d'années; la température moyenne de juillet est estimée de 10 à 12 °C pendant l'interstade d'Amersfoort et à 15° pendant celui de Brørup.

2. En Hollande, les sondages étudiés par W.H. Zagwijn à Amersfoort (1961) révèlent deux phases d'amélioration au cours de la même période, qui sont corrélées avec les interstades d'Amersfoort et de Brørup. D'après Zagwijn, la seconde oscillation

fut plus chaude que la première et des forêts denses se développèrent en Hollande. La température moyenne de juillet aurait été voisine de 17 °C.

3. *En Belgique*, à Rocourt, B. Bastin a décrit une coupe où sept oscillations dont 3 tempérées, peuvent être distinguées :

- une phase froide, avec *Salix*, *Pinus* et *Betula*,
- une phase tempérée où le taux de boisement atteint 60%. *Pinus* et *Betula* dominent. *Quercus* atteint 4%. Elle est corrélée avec l'interstade d'Amersfoort,
- une phase froide et humide, avec *Salix* et taux de boisement de 20% seulement,
- une phase tempérée où *Quercus* domine (27 à 34%), accompagné de *Fagus*, *Juglans*, *Alnus* (corrélée avec l'Interstade de Brørup),
- une phase froide et humide avec *Salix*,
- une phase tempérée, mais où *Quercus* ne dépasse pas 19% (corrélée avec l'interstade d'Odderade),
- une phase froide et humide, avec 80% de *Salix*.

Ainsi, l'amélioration climatique la plus importante, au cours du Weichsélien ancien, paraît avoir été celle de Brørup. Elle est connue dans plus de 20 sites en Europe :

- en Allemagne à Odderade (F.R. Averdieck, 1967),
- en Grande-Bretagne à Chelford (M. Simpson and R.G. West, 1958),
- en Pologne à Wadowice (M. Sobolewska and al. 1964),
- en Grèce à Philippi (Van de Hammen et al. 1971).

En France, deux sites concernant l'évolution de la végétation pendant le Weichsélien ancien ont été décrits par M. M. Paquereau (1974-5) : à Combe-Grenal et à Pech de l'Azé, sept phases peuvent être distinguées, dont 3 plus tempérées où le taux de boisement atteint 63% (zones II et IV) et 33% (zone VI). Il semble bien que ces phases d'amélioration climatique coïncident, comme à Rocourt, avec les interstades d'Amersfoort, de Brørup et d'Odderade, décrits dans le Nord de l'Europe.

Des périodes de réchauffement, survenues pendant la glaciation weichsélienne, ont été décelées aussi par l'étude des variations du rapport $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ des Foraminifères (Emiliani, 1966, Duplessy et al. 1976). La courbe de ce rapport dans les coquilles de *Globigerina sacculifer* témoigne d'un refroidissement très important, après le maximum eemien (carotte 6304-9). Il est suivi par trois phases de climat tempéré qu'il est possible de rapprocher de celles d'Amersfoort, de Brørup et d'Odderade.

En conclusion, les deux dépôts transgressifs n°s 23 et 19, antérieurs à 38 500 ans, mais plus

récents que le cailloutis de base weichsélien, peuvent être corrélés, de façon presque certaine, avec les deux interstades les plus cléments du Weichsélien ancien : ceux d'Amersfoort et de Brørup. Pendant le second, la température moyenne de juillet paraît avoir été identique à l'actuelle : 16 à 17 °C en Hollande au Brørup (16 à 16 °8 aujourd'hui dans le Marquenterre).

En Bretagne nord (à Port-Lazo), à la fin du Brørup, « le niveau de la mer était inférieur à son niveau actuel. Cependant, la persistance des plantes halophiles (*Armeria maritima*, Chénopodiacées) peut indiquer qu'elle s'est rapprochée de la ligne actuelle au cours de cette période ». (M. Th. Morzadec-Kerfourn, 1974).

6. **Les dépôts fluviatiles situés entre -9 et -8,75 m (18).** La surface des silts est ravinée par un dépôt graveleux constitué par du sable fin à éclats de silex cassés. D'après son très mauvais classement, ce dépôt s'est mis en place par écoulement torrentiel, probablement sur pergélisol, après le retrait de la mer. Il ne renferme aucun carbonate. Parmi les minéraux lourds dominent le grenat (43%), l'épidote (17%) et le zircon; la hornblende verte n'atteint que 7%, ce qui est bien inférieur aux pourcentages que l'on observe dans les sables des niveaux marins transgressifs (18% à -9,85 et 27% à +1,85). Par contre, ces pourcentages sont identiques à ceux du cailloutis périglaciaire de base (26).

7. **Les dépôts marécageux et tourbeux situés entre -8,75 m et -8 m (17-16-15).** Deux couches argileuses verdâtres, séparées par un niveau tourbeux, recouvrent le dépôt fluviatile. La couche inférieure est une argile à roseaux (17). Au-dessus, la tourbe (16), épaisse de 0,40 m, est datée de $7\,620 \pm 140$ ans (Gif 4886). La couche supérieure est une argile silteuse à roseaux (15), passant à du sable très fin où domine la chénaie mixte avec *Quercus* (30,4%), *Pinus* (17,5%), *Corylus* (15,4%), *Ulmus* (4%) et *Tilia* (0,5% à -8,05 m). Les Chénopodiacées atteignent 23,3%. Cet ensemble est contemporain d'une remontée de la nappe phréatique, liée à la transgression marine qui va le submerger, à -8 m (4).

8. **Les dépôts marins situés entre -8 m et -1,80 m (14-13).** Ils débutent par des sables fins gris clair, accompagnés de quelques galets de silex

(4) Cette succession présente une grande similitude avec le gisement de Fromentine décrit par F. Verger et F. Florschütz (1960). La tourbe est située presque au même niveau dans les deux gisements (à -7 et -8 m) et elle est datée de 7420 ± 110 ans à Fromentine (Gro 2043 rectifié). Elle comporte une végétation du début de l'Atlantique. Comme dans le sondage de Rue 3, la tourbe est recouverte par des argiles de schorre (à 41% de Chénopodiacées) et des sables intertidaux.

roulés (5 cm), devenant de plus en plus fins et silteux vers le haut. Le pourcentage des carbonates varie de 13 à 16% et dans les minéraux lourds domine le cortège provenant de la Manche (épidote 31%, hornblende verte 12%, grenat 14%). Les débris d'organismes marins sont très abondants : spicules d'éponges, baguettes d'oursins, coquilles diverses, Ostracodes. Les Foraminifères sont plus nombreux dans les sables fins (14) que dans les sables silteux (13). Les Miliolina sont abondants jusqu'à - 5 m : *Miliolinella subrotunda*, *Quinqueloculina trigonula*. Parmi les Rotaliina dominant *Buccella frigida*, *Elphidium Williamsoni*, *Protelphidium paraliium*, *Bolivina pseudoplicata* (Tableau I)(5). A - 5,15 m, on trouve deux espèces typiques du schorre, marquant la diminution de l'influence marine. Il s'agit très vraisemblablement des dépôts culminants de la grande transgression de Fromentine (niveau moyen : - 7 m, vers 7500 ans BP (fig. 2). Au-dessus, les Foraminifères sont moins nombreux (à - 4,15 m), mais ils se multiplient à nouveau à - 3,35 m, ce qui correspond vraisemblablement à une nouvelle montée de la mer, lors du haut niveau de Bréhec (- 6 m, vers 6200 BP). Ces dépôts marins s'élèvent jusqu'à - 1,85 m; leur extrême finesse et leur richesse en débris coquilliers sont très comparables à celles de la zone de haute slikke et de schorre, en Baie de Somme actuelle.

Au sommet, à - 2,45 et à - 1,85 m, la chênaie mixte est bien développée : *Quercus* (31,2 et 27,7%), *Ulmus* (19 et 4,6), *Tilia* (3,3 et 5,4%), *Pinus* n'a que 18,1 et 2,6%. Les Chénopodiacées sont nombreuses (13,9 et 23,9%).

9. Les dépôts continentaux entre - 1,80 et - 1,40 m (12-11). A - 1,80, les silts gris clair sont recouverts par une mince couche d'argile grise à passées tourbeuses, riche en plantes flottées et en coquilles de planorbes (12). L'abondance de la végétation dans ce marais d'eau douce est attestée par le grand nombre de racines qui traversent la partie supérieure des silts sous-jacents. Au-dessus, entre - 1,60 et - 1,40 m, repose un banc de tourbe daté au sommet de 5220 ± 110 ans BP (Gif 4887)(11). Le dépôt de ces sédiments correspond à un retrait du niveau de la mer (bas niveau de Tréompan) par rapport aux silts sous-jacents (hauts niveaux de Fromentine et de Bréhec) et sus-jacents (haut niveau de Brétignolles). La formation du banc de tourbe est liée à la remontée de la nappe phréatique, vers 5200 ans.

10. Les dépôts marins situés entre - 1,40 et - 0,80 m (10). Des silts argileux gris clair, à nom-

(5) Détermination des Foraminifères et des Ostracodes par A. Rouvillois.

breux débris végétaux flottés, recouvrent la tourbe. De fines laminations tourbeuses intercalées indiquent qu'ils se sont déposés en bordure du rivage; ce retour de la mer correspond au haut-niveau de Brétignolles (- 5 m vers 5000 ans BP) (M. Ters, 1973). A - 0,95 m, le pourcentage de carbonates est de 11% mais les Foraminifères sont rares : *Buccella frigida*, *Ammonia tepida* (Tableau I). Etant donnée l'altitude du niveau moyen de la mer lors du haut niveau de Brétignolles (- 5 m), ces silts se sont déposés à l'extrême limite des hautes mers, au maximum de la transgression.

11. Les dépôts continentaux et saumâtres situés entre - 0,80 m et - 0,05 m (9-8). Un léger retrait de la mer est attesté par le dépôt d'une argile noire silteuse à nombreux débris de Phragmites, puis d'argile brune compacte à débris végétaux (9). Ce marécage d'eau douce fait place à une tourbière (8) qui implique un abaissement notable de la nappe phréatique : ceci correspond à la période du bas-niveau marin d'Argenton. A - 0,40 m, la tourbe est datée de 4650 ± 100 BP. Argileuse à la base (de - 0,50 à - 0,45 m), la tourbe devient silteuse au-dessus (de 0,45 à 0,05 m). Comme dans les silts sous-jacents, l'influence saumâtre est prépondérante dans la flore pollinique : les Chénopodiacées atteignent 238% des NAP dans l'argile noire à - 0,65 m, 152% à - 0,55 et 56,4% à - 0,40 m (dans la tourbe). Par rapport au total, ces pourcentages sont de 23,9, de 63,2 et de 51,6. Ces pourcentages exceptionnels suggèrent l'existence proche de vastes zones occupées par la haute slikke et le schorre; cependant, l'action du vent a peut-être favorisé certaines concentrations de pollen. La flore arborée est représentée par *Quercus* (11,9 à 20,8%), *Corylus* (5,3 à 24,2%), *Ulmus* (1,4 à 4,3%), *Tilia* (6 à 8,4%), *Pinus* (4,3 à 9,1%) et *Alnus* (2 à 4,9%). Les thermophiles sont nettement moins abondantes que dans les niveaux 13 et 14.

12. Les silts marins situés aux environs de 0 m NGF (7). Des sables argileux gris à laminations tourbeuses millimétriques sont intercalés entre les tourbes 8 et 6. A - 0 m, ils renferment une flore tempérée où domine *Corylus*, suivi par *Quercus* (13%), *Alnus* (12,5%); *Betula* (10,7%), *Tilia* et *Pinus* (3%), *Fagus* et *Ulmus* (1,8%). Elle marque le début du Subatlantique. Ce dépôt marin, intercalé entre les tourbes datées de 4650 et 2910 ans, ne peut s'être formé que durant le haut niveau de Camiers (- 3 m vers 3300 BP). Les Foraminifères sont abondants, avec des Textulariina typiques des schorres (*Jadammina polystoma*), mais pas de Miliolies. Les *Elphidium* et les *Nonion* dominant (Tableau I).

13. La tourbe sableuse située entre +0,05 et 0,25 m (6) est datée, au sommet, de 2910 ± 90 ans (Gif 4888). A 0,15 m, *Corylus* atteint 36,2%, *Alnus* 7,4 et *Quercus* seulement 6,4%, *Tilia* 1,7 et *Ulmus* 0,2%. Les Chénopodiacées ne sont représentées que par 4,5%. Cette péjoration climatique est contemporaine du retrait de la mer pendant le bas-niveau de Belle-Ile (-4 à -6 m, entre 2950 et 2500 BP). La bruyère callune est abondante (24,5%); serait-ce un signe de défrichement, pendant l'âge du fer ?

14. Les dépôts marins situés entre 0,25 et 1 m NGF (5). Des sables gris verts, très fins, micacés et un peu argileux, recouvrent la tourbe. Ils renferment de nombreux débris de coquilles, des Ostracodes et des Foraminifères; il n'y a pas de Miliolles, mais les Textulariina sont présents (*Jadammina polystoma*) ainsi que les Rotaliina (*Buccella frigida*, *Elphidium Williamsoni*, *Protelphidium paralium*, etc.).

Dans le contenu pollinique, à 0,45 et surtout à 0,75 m, *Quercus*, *Ulmus* et *Tilia* sont un peu plus abondants que dans la tourbe sous-jacente; les Chénopodiacées atteignent 11,1%. Cette remontée de la mer correspond très vraisemblablement au haut niveau de Champagné, vers 2150 BP (fig. 2).

15. Les dépôts saumâtres situés entre 1 et 1,25 m (4). Les sables sus-jacents, à *Cardium*, comportent des passées tourbeuses gris brun, formées un peu au-dessus du niveau des plus hautes mers; leur présence semble indiquer un léger retrait de la mer (bas-niveau romain?), accompagné d'une péjoration climatique: à 1,05 m, on observe le déclin de *Quercus* (6,4%), d'*Ulmus* (0,8%) et de *Tilia* (1,9%); *Betula* atteint 10,8%; l'humidité est assez forte (11,7% d'*Alnus*). *Corylus* domine (31,3%), signe de l'existence de vastes zones déboisées, puis rapidement recolonisées par cette essence. Les Ostracodes sont peu nombreux. A 1,15 m, les Foraminifères sont peu abondants et il n'y a plus de Textulariina. Les *Elphidium* dominent (*E. Williamsoni*, *Protelphidium paralium*).

16. Les sables marins situés entre 1,25 et 2,65 m (3). Gris foncés, très fins et homogènes, ils renferment 17,8% de carbonates (à 2 m), par suite de la présence de nombreux débris coquilliers. Les Foraminifères sont très abondants à 1,55 m, avec de nombreuses Miliolles. C'est à ce niveau, plus franchement marin, que se trouve le maximum d'espèces, avec des Foraminifères et des Ostracodes vivant sur des Algues (Tableau II); parmi les premiers, on trouve *Cibicides lobatulus* et *Planorbina mediterraneensis*.

Tableau II. - Ostracodes du sondage de Rue 3 (déterminations A. Rouvillois).

Table II. - Ostracoda in the Rue 3 boring.

	m	3,20	1,55	1,15	0,30	-3,35	-5,15	-6,05	-7,25	-7,85	Milieu
Espèces oligo-mesohalines											
<i>Cytheromorpha fuscata</i> (Baird) . . .		×				×					
<i>Leptocythera castanea</i> (Sars)			×	×	×	×	×		×	×	sable
Espèces marines littorales											
<i>Aurila convexa</i> (Baird)		×									sable
<i>Elofsonia pusilla</i> (Brady § Robinson)							×				sable
<i>Semicytherura sella</i> (Sars)		×		×		×					sable
<i>Semicytherura nigrescens</i> (Baird) . . .		×									algues
<i>Semicytherura striata</i> (Sars)			×	×				×	×		
<i>Sclerochilus contorta</i> (Norman) . . .				×							algues
<i>Hemicythere villosa</i> (Sars)			×	×						×	algues
<i>Hemicytherura cellulosa</i> (Norman)			×					×	×		algues
<i>Loxoconcha rhomboidea</i> (Fischer) . . .			×	×							algues
<i>Xestoleberis aurantia</i> (Baird)			×								
<i>Xestoleberis depressa</i> (Sars)			×	×		×					algues vases sableuses
<i>Hirschmannia tamarindus</i> (Jones) . . .			×	×		×	×				vases sableuses
× : présent. × × : 2 à 5. × × × : > 6											

A 3,35 m, la flore pollinique est très voisine de celle du niveau de 1,05 m; les Chénopodiacées atteignent 10,3%. L'abondance d'*Alnus* (18,9%) reflète l'humidité du milieu. Ce dépôt de schorre pourrait être contemporain du haut niveau de St-Firmin (1950 BP), très voisin du niveau actuel de la mer.

17. Les dépôts saumâtres situés entre 2,65 et 3 m (2) sont des sables silteux, à fines passées argileuses et tourbeuses laminaires, avec limnées et débris végétaux flottés. Ils pourraient correspondre au léger retrait de la mer, lors du bas-niveau de Wisant.

18. Les silts sableux situés entre 3 et 4 m (1). Les débris de coquilles y sont abondants, accompagnés de baguettes d'oursins et de spicules de Spongiaires; le pourcentage de carbonates est de 21,5, à 3,45 m. A 3,20 m, les Foraminifères sont représentés par 13 espèces seulement. Il n'y a plus ni *Textulariina*, ni *Miliolina*.

19. Les dépôts saumâtres situés entre 4 et 4,25 m (0). Ces formations sommitales de la transgression flandrienne dans le Marquenterre sont constituées par des silts argileux gris clair, renfermant de nombreuses bithynies et des limnées, dont la présence est liée aux apports d'eau douce dans le marais.

III. - LES PHASES CLIMATIQUES ET L'ÉVOLUTION DU PAYSAGE, AU WEICHSELIEN ANCIEN ET À L'HOLOCÈNE

Les dépôts du sondage de Rue 3, épais de 23 m, forment un ensemble exceptionnel de témoins de l'évolution géomorphologique et des oscillations climatiques en Plaine maritime picarde. Les analyses sédimentologiques, micropaléontologiques et polliniques ont permis d'y distinguer de nombreuses alternances de dépôts marins (sables silteux) et

continentaux (cailloutis périglaciaires, argiles, tourbes). Malgré une lacune comprenant le Mésosé et le Néo-Weichsélien, les différents épisodes reconnus peuvent être retracés comme suit :

1. Première phase froide, à climat périglaciaire humide, du début du Weichsélien. Non seulement les vallées principales de la Picardie (Somme, Maye, Authie, Canche) furent profondément recreusées, en période de bas-niveau marin, mais aussi les plus petites vallées secondaires, comme celles qui entaillent les cordons pléistocènes (cas de la paléo-vallée où a été implanté le sondage). A la fin de cette phase, la perte de compétence des cours d'eau entraîna le dépôt des cailloutis sur le fond (26-25).

2. Première phase de réchauffement interstadiaire, antérieure à 38500 ans, dont le climat fut assez chaud pour provoquer une remontée de la mer jusqu'à -15 m environ : c'est le haut niveau de Rue, très probablement contemporain de l'Amersfoort (24-23). Aucune formation marine, contemporaine de cet interstade, ne semble avoir été signalée jusqu'ici. Le climat était très humide à la fin de la période.

3. Deuxième phase froide, antérieure à 38500 ans. Le paysage est celui d'une forêt subarctique à *Pinus* (22-21); le milieu est moins humide qu'en 1, malgré la présence de tourbières. L'absence de Chénopodiacées atteste l'éloignement de la mer.

4. Deuxième phase de réchauffement interstadiaire (20-19). Le climat s'améliore; *Quercus* atteint 53,6 % à -11,35 m, accompagné d'*Ulmus* et de *Tilia*. Le niveau de la mer s'élève jusqu'à -12 m environ : c'est le haut niveau du Marquenterre, très vraisemblablement contemporain de l'interstade de Brørup. L'optimum climatique paraît s'être produit pendant le dépôt de l'argile silteuse n° 20; la libération d'importantes masses d'eaux froides par les glaciers eut pour conséquence un léger refroidissement du climat, au maximum de la transgression (comme c'est le cas à l'Holocène). Malgré les nombreuses lacunes de l'analyse pollinique, une comparaison peut être tentée entre les pourcentages des plantes les plus thermophiles pendant les deux interstades du Weichsélien ancien, l'optimum climatique holocène (à l'Atlantique) et le début du Subatlantique :

	Fin de l'interstade d'Amersfoort (haut niveau de Rue) à -11.75 m	Début de l'interstade de Brørup (haut niveau du Marquenterre) à -11.35 m	Début de l'optimum climatique holocène (vers 7500 BP) à -8.05 m	Haut niveau de Camiers vers 3300 BP à -0 m
<i>Quercus</i>	3 %	53.6 %	30.4 %	13 %
<i>Ulmus</i>	0	13.6	4	1.8
<i>Tilia</i>	0.4	0	0.5	3

On constate que, dans le sondage, *Quercus* et *Ulmus* sont plus abondants au début du deuxième interstade (Brørup) qu'au début de l'optimum climatique holocène. Mais nous n'avons malheureusement pas de témoins sûrs du climax de chacune de ces phases tempérées.

5. Troisième phase froide (périglacière ?), accompagnée d'un bas niveau marin, pendant laquelle se dépose le cailloutis n° 18, plus récent que 38500 ans. Il peut dater du Weichsélien moyen ou supérieur. Une lacune importante sépare ce dépôt de ceux du début de l'Atlantique (17).

6. Phase tempérée de l'optimum climatique holocène (17 à 14). Les vallées du Marquenterre, incisées dans les cordons anciens, sont envahies par la transgression flandrienne et transformées en rias. De 10000 à 8200 BP, la mer remonte très rapidement (de - 60 à - 30 m). Elle atteint - 7 m vers 7500 ans BP. A l'intérieur des terres, le paysage est celui de la chênaie mixte (Atlantique).

7. Phase de léger retrait de la mer, vers 7300, pendant le bas-niveau de Saint Marc, qui se traduit dans le sondage par la diminution du nombre des Foraminifères et par une semi-émersion (présence d'un schorre à - 5.15 m).

8. Reprise de la transgression jusqu'à - 6 m (haut niveau de Bréhec (13). L'arrière-pays est très boisé, avec des espèces thermophiles abondantes.

9. Phase de léger retrait de la mer entre 6000 et 5300 ans (bas niveau de Tréompan); des tourbières se forment, vers 5200 ans (11).

10. Phase de remontée de la mer. Entre 5100 et 5000, le milieu est à l'extrême limite des hautes mers : les dépôts de schorre alternent avec ceux de tourbe (haut-niveau de Brétignolles) (10-9), à la fin de l'Atlantique.

11. Phase de retrait de la mer entre 4800 et 4500 (pendant le bas niveau d'Argenton), au début du Subboréal. Il y a formation de tourbières (8).

12. Phase de remontée de la mer, vers 3350 BP, jusqu'à - 3 m (haut niveau de Camiers) à la limite Subboréal-Subatlantique (7).

13. Phase de détérioration climatique, entre 2900 et 2600 ans. Il se forme des tourbières pendant le bas-niveau de Belle-Ile (6).

14. Phase de remontée de la mer vers 2200 BP, jusqu'au niveau actuel (haut niveau de Champagne). La microfaune est abondante (5).

15. Légère détérioration climatique pendant l'époque romaine (4).

16. Remontée de la mer jusqu'à son niveau actuel et colmatage du marais jusqu'à 4 m NGF environ (3-2-1-0).

L'un des traits les plus remarquables de cette évolution du milieu naturel, en Plaine maritime picarde, est la répétition des types de paysages, à de nombreuses reprises, au cours de l'Holocène et même au cours de la glaciation weichsélienne pendant les interstades d'Amersfoort et de Brørup. Cette évolution est rythmée par les pulsations du niveau marin, liées aux changements climatiques : à chaque remontée de la mer, les vallées littorales étaient transformées en rias et encombrées de dépôts de slikke et de schorre; pendant les courts épisodes de retrait de la mer et les périodes de stationnement, se formaient des marécages d'eau douce, semblables aux paysages actuels du marais du Marquenterre.

BIBLIOGRAPHIE

- Agache R., Bourdier F. et Petit R., 1963. - Le Quaternaire de la Basse-Somme : tentative de synthèse. *Bull. Soc. géol. France* (7), V, p. 422-442.
- Andersen Sv.T., 1957. - New investigations of interglacial fresh-water deposits in Jutland. A preliminary report. *Eiszeitalter u. Gegenwart*, vol. 8, p. 181-186.
- Andersen Sv.T., de Vries H. and Zagwijn W.H., 1960. - Climatic change and radiocarbon dating in the Weichselian glacial of Denmark and the Netherlands. *Geologie en Mijnbouw*, n.s., 22, p. 38-42.
- Averdik F.R., 1967. - Die Vegetationsentwicklung des Eem interglazial und der Frühwürm Interstadiale von Odderade (Schleswig-Holstein). *Fundamenta*, 2, p. 111-125.

- Bastin B.**, 1971. – Recherches sur l'évolution du peuplement végétal en Belgique durant la glaciation de Würm. Thèse, *Acta Geographica Lovaniensia*, vol. 9,
- Borowko-Dluzakowa Z.**, 1967. – Palaeobotanical studies of Late Pleistocene deposits Brørup in the Konin-Markantow area; *Ins. Geol. Prace*, 48, p. 81-136.
- Bourdier F.**, 1969. – Vues d'ensemble sur le Quaternaire des bassins de la Seine et de la Somme. *Bull. Inf. Géol. Bas. Paris*, 21, p. 169-231.
- Commont V.**, 1910. – Notes sur les terrasses fluviales, les tufs et les tourbes de la vallée de la Somme. *Ann. Soc. géol. Nord*, 39, p. 185-293.
- Duplessy J.C., Vergnaud-Grazzini C., Delibrias G., Lalou Cl. et Letolle R.**, 1976. – Paléoclimatologie des temps quaternaires à l'aide des méthodes nucléaires, in : *La Préhistoire française*, éd. CNRS, vol. 1, p. 352-361.
- Emiliani C.**, 1966. – Paleotemperature analysis of caribbean cores P 6304-8 and P 6304-9 and a generalized temperature curve for the past 425 000 years. *Journal of Geology*, 74, 2, p. 109-124.
- Galan A.**, 1979. – Essai sur la dynamique des climats pendant la dernière glaciation pléistocène en Europe occidentale. Thèse 3^{ème} cycle, *Fac. Lettres, Dijon*.
- Hammen T., van der, MAARLEVELD G.C., Vogel J.C. and Zagwijn W.H.**, 1967. – Stratigraphy, climatic succession and radiocarbon dating of the Last Glacial in the Netherlands. *Geol. en Mijnbouw*, 46, p. 79-95.
- Hammen T., van der, Wijmstra T.A., Zagwijn W.H.**, 1971. – The floral record of the late Cenozoic of Europe. In : Turekian K.K. : *The late cenozoic glacial ages*. Yale Univ. Press, p. 391-424.
- Lefèvre P.**, 1980. – Alternances de sédimentation marine et continentale durant l'Holocène en Plaine maritime picarde (*ce volume*).
- Livret-Guide du Symposium d'Amiens**, 2-7 juillet 1979. – L'évolution du milieu naturel depuis 10 000 ans, et Paléohydrologie de la zone tempérée depuis 15 000 ans. Dépt de Géographie, *Univ. d'Amiens*.
- Paquereau M.M.**, 1974-5. – Le Wurm ancien en Périgord. Etude palynologique. Première partie. Les diagrammes polliniques. La zonation climatique. *Quaternaria*, XVIII.
- Simpson I.M. and West R.G.**, 1958. – On the stratigraphy and palaeobotany of a late pleistocene organic deposit at Chelford, Cheshire. *The new Phytologist*, 57, p. 239-250.
- Sobolewska M., Starkel L. and Srodon A.**, 1964. – Late Pleistocene deposits with fossil flora at Wadowice (West-Carpathians). *Folia Quaternaria*, 16, p. 1-64.
- Ters M.**, 1973. – Les variations du niveau marin depuis 10000 ans, le long du littoral atlantique français. *Le Quaternaire*, 9^{ème} Congrès INQUA, suppl. *Bull. Ass. fr. Et. Quat.*, n° 36, p. 114-135.
- Verger F. et Florschütz F.**, 1960. – Sur l'existence à Fromentine (Vendée) d'une couche de tourbe du début de l'Atlantique. *C.R. Ac. Sc.*, 251, p. 891-893.
- Zagwijn W.H.**, 1961. – Vegetation, climate and radiocarbon datings in the Late Pleistocene of the Netherlands. Part I : Eemian and Early Weichselian. *Meded. Rijks Geol. dienst*, n.s., n° 14, p. 15-45.
- Zagwijn W.H.**, 1974. – part II. Middle Weichselian. *Ibid.*, n.s., 25, (3), p. 101-111.