

Bull. Soc. Linn. Normandie	vol. 109	1981	pp. 3-20	Caen ISSN 0366-3388
----------------------------	----------	------	----------	------------------------

LES FORMATIONS HOLOCENES ET PLEISTOCENES
DE LA PARTIE ORIENTALE DE LA
BAIE DU MONT SAINT-MICHEL

par Martine CLET-PELLERIN⁺, Jean-Pierre LAUTRIDOU⁺ et Georgette DELIBRIAS⁺⁺

(Note présentée le 4 mars 1980)

RESUME. Affleurements et sondages ont permis de reconnaître dans les dépôts quaternaires de la partie orientale de la baie du Mont Saint-Michel :

- des formations weichséliennes diverses, en particulier des sables éoliens pléniglaciaires ;
- des formations holocènes tels des sables marins de la phase Atlantique, des tangues et des tourbes commençant avant la fin de l'Atlantique. Les tourbes se développent surtout après 6200, 4700 et 3000 B.P.. Plusieurs dépôts dunkerquiens post-romains ont également été reconnus.

SUMMARY. Outcrops and borings allow to distinguish in the quaternary deposits of the eastern part of the bay of Mont Saint-Michel :

- weichselian formations of variegated type, particularly pléniglacial eolian sands ;
- holocene formations such as marine sands of Atlantic phase, "tangues" (intertidal bioclastic silty sands) and peats. The peats are deposited after phase 6200, 4700, 3000 years B.P.. Post-roman dunkerquian deposits have also been identified.

ZUSAMMENFASSUNG. Aufschlüsse und Bohrungen im Quartär des östlichen Teils der Baie du Mont Saint-Michel lassen folgende Einheiten erkennen :

- verschiedene Weichsel-Ablagerungen, insbesondere pléniglaciales, eolische Sande ;
- Holozän-Ablagerungen wie z.B. Meersande der atlantischen Phase, "Tangue" (intertidale, bioklastische Feinsande), sowie Torfbildungen, die hauptsächlich nach 6200, 4700 und 3000 J. B.P. einsetzen. Auch mehrere poströmische Dunkerque-Ablagerungen wurden erkannt.

Si la partie occidentale de la Baie du Mont Saint-Michel est maintenant connue, en particulier dans les marais de Dol (MORZADEC, 1974, 1975), il n'en va pas de même à l'est du Couesnon en raison de la rareté des sondages jusque à localisés le long du Couesnon canalisé. Par contre, au nord de Granville, des recherches commencées en 1966 (J.-P. L.) ont permis de reconnaître les différentes formations du littoral (GIRESSÉ & LAUTRIDOU, 1973 ; carte géologique à 1/50000 feuilles Coutances et Granville à paraître). Ce sont surtout les acquisitions récentes dans cette zone (LAUTRIDOU, 1980a) qui nous facilitent l'interprétation des sondages (J.-P. L.) réalisés récemment pour la carte géologique avec la feuille du B.R.G.M. (feuille Mont Saint-Michel en cours) et par l'Équipement (C. E.T.E. Rouen et laboratoire de Saint-Brieuc) pour les déviations d'Avranches, de Pontaubault et de Pontorson. Nous avons également intégré les données du forage effectué par GIRESSÉ (GIRESSÉ, thèse, 1969 ; GIRESSÉ et al., 1973) à Avranches

⁺ Centre de Géomorphologie du C.N.R.S. - CAEN

⁺⁺ Centre des Faibles Radioactivités, C.N.R.S., GIF-SUR-YVETTE.

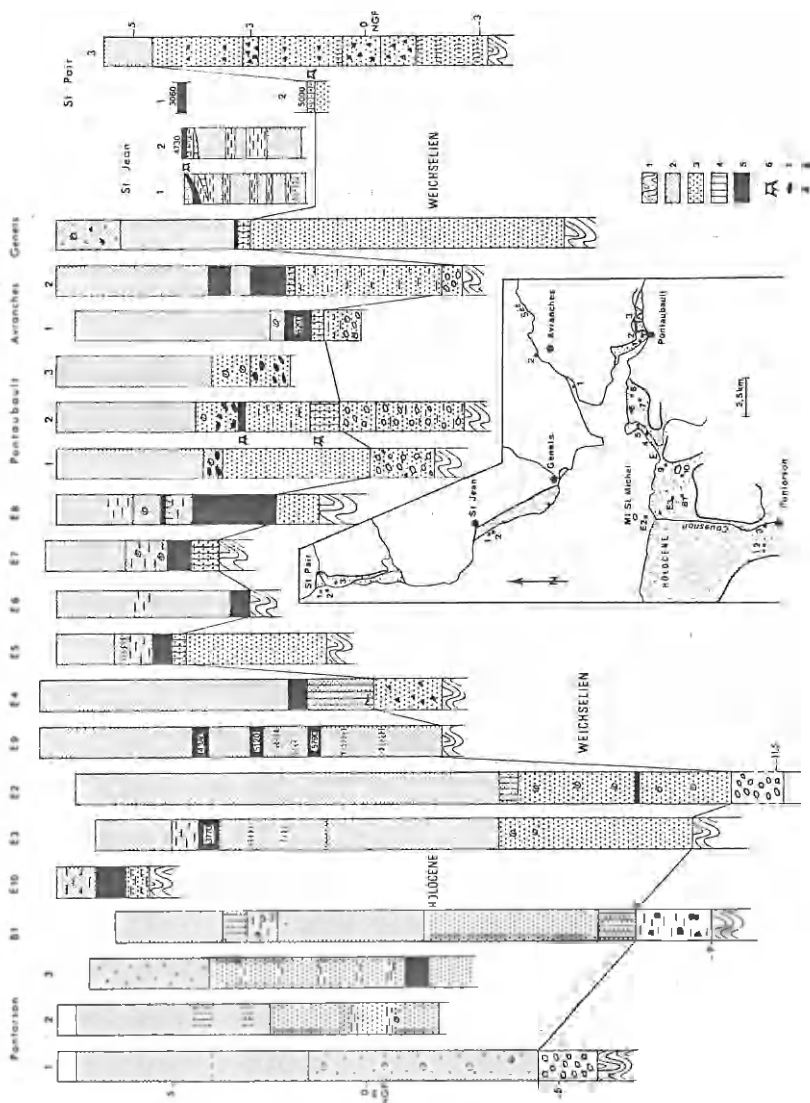


Figure 1 - Croquis de situation, corrélation des coupes et des sondages

1 substrat rocheux
2 sable fin et silt (tange)

3 sable

4 humifère à tourbeux

5 tourbe franche et boue tourbeuse

6 "coignons" (troncs d'arbres)

7 débris roulés de bois

8 cailloux anguleux

Les traits horizontaux représentent les argiles

(Avranches 1 : fig. 1), celles de Saint-Pair (deux gisements de tourbe) et celles de Saint-Jean-le-Thomas où une tourbe découverte par A. PETRA affleure sur l'estran entre les communes de Saint-Jean et de Dragey. Cette dernière tourbe à souches d'arbres en place, tapisse en particulier un chenal rectiligne orienté ouest-est, dans le prolongement du chemin dit d'Obrey (St-Jean 2 : fig. 1) et un chenal courbe situé plus au Nord (St-Jean 1) ; elle repose sur une alternance de tangles et de limons argileux. Une étude détaillée de ce gisement est en cours en collaboration avec A. PETRA et A. L'HOMER.

A - STRATIGRAPHIE ET EPAISSEUR DES FORMATIONS QUATERNAIRES

Deux ensembles peuvent être distingués (J.-P. L.) à la partie supérieure des formations carbonatées, essentiellement des sables et des sables fins limoneux (tangles), et au-dessous des dépôts non carbonatés variés : sables, cailloux anguleux, argile limoneuse gris-verdâtre, graviers. Elles recouvrent le substrat généralement altéré sur quelques mètres de profondeur.

Dès maintenant, l'âge holocène des formations supérieures carbonatées ne fait pas de doute comme le montrent les études de dépôts équivalents à l'ouest (M.-T. MORZADÉC) et les datations que nous présentons ici. Nous distinguons, comme dans les marais de Dol (marais blanc) : à la base, des sables marins fréquemment coquilliers (E2, E3, B1) ; puis au-dessus des tangles et des tourbes (ou boues tourbeuses) représentées en noir sur la figure 1, ou des sables et tangles, humifères à tourbeux (en traits verticaux : fig. 1). Les tourbes ne sont pas épaisses, excepté à l'Est, en fond de baie (E7, E8). L'épaisseur totale ne dépasse pas 17 m et diminue fortement vers l'Est où elle n'atteint pas 10 m.

Les formations inférieures non carbonatées comprennent des sables fins recouvrant des dépôts hétérogènes et, dans l'axe des vallées, des graviers de fond. Ces sables fins (médiane : 150 à 200 micromètres), bien classés, à quartz éolisés, sont d'origine éolienne. Ils passent latéralement à des loess weichséliens (Sartilly, est de Dragey, Avranches). Dans la partie nord-est de la baie (Genêts, Saint-Pair), les sables ont une épaisseur importante (8 m au Bec d'Andaine), comme au nord de Granville ; par contre, dans le secteur sud, ils sont minces et discontinus aussi bien sous l'Holocène qu'en amont sur les versants schisteux des vallées (sondages E4, E5, E8) ; parfois, nous avons dû les intégrer dans l'Holocène lorsque la couche sableuse était elle-même atteinte par une pédogenèse post-weichsélienne (sables humifères à tourbeux : B1, E7, fig. 1). Ces sables éoliens contemporains des loess de la dernière période froide (LAUTRIDOU, 1972) ont donc été mis en place pendant le Pléniglaciaire weichsélien (LAUTRIDOU, 1980b). Les dépôts variés sous-jacents, souvent peu épais ou absents, appartiennent au Weichsélien ancien comme ceux du littoral au nord de Granville identiques, mais en général plus puissants. Leur faciès est varié : cailloux anguleux (gélivés), argile limoneuse gris-vert, horizons humifères brunâtres (St Pair 3), sables et cailloux (St Pair 3, E4) : ils correspondent aux heads affleurant parfois sur la côte.

Enfin, les alluvions de fond, weichséliennes, des grandes rivières sont constituées par des sables et des graviers dans l'ensemble peu grossiers, frais et de couleur grise (sauf à Pontaubault).

La topographie du bed-rock se présente dans la partie sud comme un glacis, en pente douce vers le nord : dans l'axe du Couesnon, de - 5 m à - 7 m N.G.F. à Pontorson, on arrive près du Mont Saint-Michel (E2) à - 12 m environ, soit plus de 7 m de dénivellation en moins de 8 km ; à l'est du Couesnon, les épaisseurs sont plus faibles surtout à l'est des Bas-Courtils (E4 à E8). On ne tiendra pas compte du sondage E10, effectué près d'un îlot schisteux entouré par la tangle flandrienne. Le bed-rock du marais de Dol est plus bas de 5 m environ que celui de la partie orientale de la baie.

Les séries weichséliennes et post-weichséliennes étant bien distinguées, il s'agit maintenant d'affiner la lithostratigraphie et la chronostratigraphie des dépôts holocènes en recourant à des datations absolues et à des analyses polliniques (M.C.).

B - LES ENSEIGNEMENTS DE L'ETUDE PALYNOLOGIQUE (M.C.)

Un sondage complet effectué par le laboratoire de St-Brieuc (Pontorson 2) a été étudié ainsi que des données ponctuelles sur les tourbes des forages E ;

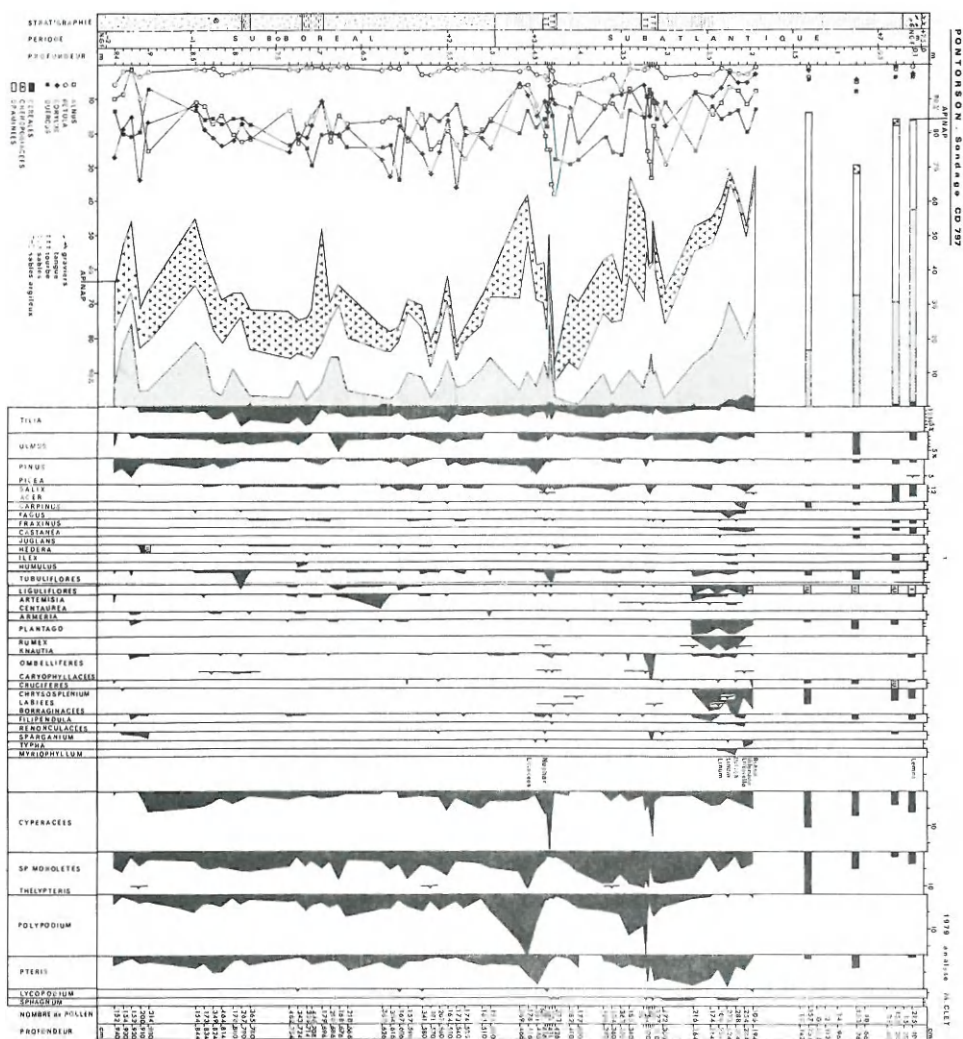


Figure 2 - Diagramme pollinique du sondage 2 de Pontorson

enfin, les affleurements tourbeux de St-Pair 2 et de St-Jean ont également fait l'objet d'analyses. Pour les tourbes d'Avranches 1 et de St-Pair 1, on consultera l'article de GIRESSÉ & LAUTRIDOU (1973) et la thèse d'ELHAI (St-Pair, p. 315-316).

I - PONTORSON : SONDAGE 2 (CD. 797)

Sondage situé à la limite des communes de Pontorson et de Saint-Georges de Gréhaigne (x : 314,9 ; y : 1102,72 ; z : + 7,50 N.G.F.*).

COUPE DU SONDAGE

- 0 - 0,23 m : graviers et sables coquilliers.
- 0,23 - 5,00 m : tange gris clair, litage vers 2,40 m. De 3,06 à 3,30 m et de 4,25 à 4,40 m, intercalation de deux lentilles de tanges tourbeuses gris foncé à noir renfermant de la matière organique.
- 5,00 - 9,40 m : sables marins. A 8,20 m, coquille de *Cerastoderma edule*. De 6,90 à 7,20 m et de 7,80 à 7,90 m, intercalation de deux lentilles de sable plus argileux.

DIAGRAMME PALYNOLOGIQUE (fig. 2)

Ce diagramme peut se diviser en deux grandes parties, de la base vers le sommet :

1. LE SUBBOREAL : de - 9,40 à - 5 m

La base du sondage, formée de sables marins, renferme des pollens représentant une végétation d'âge SUBBOREAL. Cette végétation se caractérise par un pourcentage de A.P.* assez important (moyenne supérieure à 68 %) correspondant à un paysage boisé en égales proportions de noisetiers, chênes et aulnes. La végétation herbacée est composée de chénopodiacées, graminées et fougères.

On peut introduire quelques subdivisions :

1.1 de la base - 9,40 à - 9,00 m : Les A.P., avec une moyenne de 60 % (entre 46 et 71,5 %) sont dominés par *Corylus*, *Quercus* et *Aulus* ; *Pinus* et *Betula* dépassent 3 %, les courbes de *Tilia* et d'*Ulmus* sont discontinues.

La végétation herbacée est dominée par les chénopodiacées (13,8 à 20 %), par les graminées (4,5 à 24 %) et les fougères (7,6 %).

Cette végétation est caractéristique d'un schorre, avec un apport d'eau douce vers le sommet de cette séquence, (augmentation des *Sparganium* et des cypéracées, présence de *Thelypteris*). La forte proportion du lierre à - 9,00 m (11,5 %) pourrait être due à une pollution (transport d'une fleur par exemple).

Milieu : DOMAINE MARIN AVEC APPORT D'EAU DOUCE : SCHORRE, AVEC MEANDRE DU COUESNON ?

1.2 de - 6,90 à - 8,50 ou - 9,00 m : La proportion d'A.P. augmente et la moyenne atteint 64,9 %. On retrouve la même succession dans la végétation : noisetiers, chênes et aulnes ; diminution des courbes du bouleau et du pin ; croissance du tilleul et de l'orme ; apparition du hêtre et du frêne.

On retrouve aussi la même succession dans la végétation herbacée, avec les chénopodiacées et les graminées dominantes, néanmoins avec une courbe décroissante. Il y a augmentation des fougères (maximum 9,2 %) et des cypéracées (maximum 2,4 %). Les plantes aquatiques d'eau douce disparaissent.

Milieu : DOMAINE MARIN, SANS APPORT D'EAU DOUCE AVEC LÉGERE DIMINUTION DES GRAMINÉES, ET SURTOUT DES CHENOPODIACÉES : SLIKKE AVEC ENVAHISSEMENT TEMPORAIRE PAR UN SCHORRE (A - 6,95 m où LES CHENOPODIACÉES ATTEIGNENT 33,5 %).

1.3 de - 5,00 à - 6,90 m : Les A.P. augmentent encore : leur moyenne atteint 72 %. Les trois essences dominantes (noisetiers, chênes et aulnes) augmentent ; le tilleul et l'orme, ainsi que le pin et le bouleau, diminuent ; on constate l'apparition de *Carpinus*.

+ A.P. : végétation arborée ; N.A.P. : végétation non arborée ;
B.P. : before present (avant 1950) ; N.G.F. : nivellement général de la France (note de l'éditeur).

Les herbacées sont alors dominées par les fougères (9,6 %), les graminées qui augmentent (8,1%) et les chénopodiacées qui diminuent jusqu'à 6,4 %; la courbe des cypéracées est également décroissante.

Milieu : DOMAINE MARIN AVEC DIMINUTION DES CHENOPODIACEES ; SLIKKE.

Le SUBBOREAL est représenté ici par un paysage boisé où dominant tour à tour, chênes et noisetiers, avec une légère prépondérance du noisetier. L'aulne est rarement dominant. L'orme et le tilleul ont des courbes presque parallèles et sont présents en quantité non négligeable (Cf. M.-T. MORZADÉC, 1974, 1975, qui constate que, dans le marais de Dol, la courbe d'*Ulmus* ne diminue pas au SUBBOREAL). Le pin et le bouleau sont peu représentés. On constate l'apparition successive du hêtre, du frêne et du charme. La végétation herbacée, dominée tour à tour par les graminées, les fougères, et surtout les chénopodiacées, correspond vraisemblablement à la pluie pollinique que peut recevoir une slikke; cette slikke étant ici épisodiquement recouverte par un schorre : pointe des chénopodiacées entre - 9,20 et - 8,40 m et à - 6,95 m. Ce schorre enregistre un apport d'eau douce entre - 9,20 et - 9,00 m : peut-être un méandre du Couesnon ? Ces différents schorres pourraient témoigner de légères oscillations du niveau marin.

La limite SUBBOREAL-SUBATLANTIQUE a été tracée au niveau où le sable marin de la base est remplacé par de la tange gris clair, plus fine. Cette limite est bien marquée dans le diagramme par la diminution nette du pourcentage d'A.P. et elle se situe à + 2,50 m N.G.F.

2. LE SUBATLANTIQUE : de - 5,00 m au sommet

Le SUBATLANTIQUE est caractérisé par la diminution des arbres et par l'apparition de quelques nouvelles espèces, surtout cultivées.

2.1 de - 5,00 à - 3,00 m : A la base du SUBATLANTIQUE, le pourcentage d'arbres passe de 63 à 43 % : cette diminution est liée à la décroissance momentanée des pourcentages du noisetier et de l'aulne.

Pour les herbacées, on constate l'installation d'un schorre (pointe de chénopodiacées) précédant de peu l'installation des fougères, puis des cypéracées et des graminées, favorisant ainsi la mise en place d'un marais continental, dans lequel croissent les aulnes qui deviennent l'espèce dominante. Cette végétation est celle de la première lentille tourbeuse vers - 4,30 m.

Au-dessus, l'aulne décroît au profit du chêne qui atteint ses plus forts pourcentages. De nouveau, le même processus se répète : installation d'un schorre avec développement des chénopodiacées, puis croissance des fougères, des cypéracées et des graminées et enfin l'aulne au niveau de la deuxième lentille tourbeuse vers + 3,10, + 3,30 m.

Durant cette séquence, le niveau marin s'est stabilisé. On assiste à l'installation d'un schorre et de deux lentilles tourbeuses d'origine continentale. Présence de plantes aquatiques d'eau douce dans les deux niveaux.

Milieu : SCHORRE SE TRANSFORMANT PAR COLMATAGE EN MARAIS CONTINENTAL.

2.2 de - 3,00 m au sommet : Après la formation de la deuxième lentille tourbeuse, le milieu devient plus continental. Le pourcentage d'arbres diminue encore. Le milieu s'asséchant, l'aulne régresse au profit du chêne qui devient l'espèce dominante. On constate l'apparition du châtaignier (espèce introduite par les Romains, dans le Massif armoricain) qui a une courbe continue depuis 2,30 m, ainsi que celle du noyer (*Juglans*), plus rare.

Depuis le début de cette période, les céréales sont apparues, en courbe presque continue, avec les plantes accompagnatrices de cultures : *Centaurea*, *Plantago*, *Rumex*. Le pourcentage des graminées augmente ; le milieu s'asséchant, les liguliflores atteignent des pourcentages assez élevés (maximum : 36,9 %). Le lin est sans doute cultivé, ainsi que le houblon. Les chénopodiacées régressent. Le milieu devient de plus en plus ouvert et déboisé, au profit des graminées et des plantes cultivées.

Milieu : ESPACE CULTIVE OU PROCHE DES ZONES DE CULTURE. POLDER ?

Le SUBATLANTIQUE correspond à une période de déboisement, cependant favorable au développement du chêne et du bouleau qui profitent de l'assèchement du milieu ; le niveau marin se stabilise. L'apparition de nombreuses espèces cultivées permet de rapporter le sommet de ce sondage à la période post-romaine, le noyer et le châtaignier ayant été apportés par les Romains.

II - HUISNE, LES BAS COURTILS (fig. 3)

Dans ce paragraphe, seront traitées les tourbes de quelques sondages situés à l'est du Couesnon et à l'ouest de la Sélune. Ces analyses seront décrites par ordre chronologique, de la plus ancienne à la plus récente.

SONDAGE E.2 (n° 11) - Coordonnées : x : 316,57 ; y : 109,70 ; z : - 7 m N.G.F.

La moyenne des A.P. est de 46,8 %. Les essences dominantes sont le chêne (20,4 %) et les noisetiers (19,3 %) ; l'orme atteint un pourcentage non négligeable (3,7 %).

La végétation herbacée est dominée par les graminées (35,7 %) et les plantes aquatiques (cypéracées : 9,7 %). Les chénopodiacées atteignant 4,5 %, permettent de penser que l'on se situe dans un marais subissant une légère influence marine.

Milieu : PAYSAGE OUVERT, INFLUENCE MARINE PEU MARQUEE, SANS DOUTE HAUT D'UN SCHORRE.

Le pourcentage de chênes et de noisetiers, en égales proportions, et la faible représentation de l'aulne, indiquent un âge vraisemblablement ATLANTIQUE. C'est la tourbe la plus ancienne.

SONDAGE E.9 - Coordonnées : x : 320,02 ; y : 108,96.

Quatre prélèvements ont été faits dans trois niveaux tourbeux, datés au 14 C :

- le n° 1 dans une tourbe datée de 5 790 B.P.
- le n° 2 dans un niveau tourbeux daté de 5 120 B.P.
- le n° 3 à la base du niveau tourbeux : 4 380 B.P.
- le n° 4 au sommet de ce même niveau.

Nous décrivons les quatre analyses palynologiques du niveau le plus ancien au plus récent :

N° 1 : + 1,3 m N.G.F. :

La moyenne de A.P. est 61,3 %. Le chêne et le noisetier sont dominants (28 et 21,8 %). L'aulne (4 %) est légèrement plus important que dans le sondage précédent ; le tilleul et l'orme sont présents en égales proportions. Pour les herbacées, les graminées sont dominantes (15,6 %). La présence de chénopodiacées (8,9 %) et de plantes aquatiques en fortes proportions : *Sparganium*, 4,9 %, *Typha* : 4 %, Cypéracées : 2,7 %, fait penser à un marais.

Milieu : MARAIS MARITIME, SCHORRE, PARCOURU PAR DES RUISSEAUX D'EAU DOUCE (PRESENCE DE PLANTES AQUATIQUES).

L'âge ATLANTIQUE donné par l'analyse pollinique est conforme à la datation au 14 C : - 5 790 B.P. \pm 130 (Gif. 4 515).

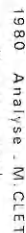
N° 2 : + 2,8 m N.G.F. :

La moyenne de A.P. est 65,1 %. Le chêne croît (32,2 %) aux dépens des noisetiers qui diminuent (16 %) ; l'aulne croît également (9,2 %), ainsi que le tilleul (2,9 %) et l'orme (3,4 %).

Les graminées diminuent (5,8 %). Les chénopodiacées augmentent (13,8 %), ainsi que les plantes aquatiques : cypéracées (7 %), *Sparganium* (4,1 %). Les sphaignes (*Sphagnum*) apparaissent.

Milieu : MARAIS MARITIME AVEC DE FORTS APPORTS D'EAU DOUCE.

La datation absolue 5 120 B.P. \pm 120 B.P. (Gif. 4 514) semble un peu trop récente car le spectre pollinique indique un âge ATLANTIQUE. Or, pour M.-T. MORZADÉC (1974), la fin de la période Atlantique se situerait vers 5 600 B.P. dans le marais de Dol à l'ouest du Couesnon.



10

N° 3 : + 4,1 m N.G.F. :

La moyenne des A.P. est 80,8 %. La proportion d'arbres augmente ; le bouleau domine (38,8 %), le noisetier (15,3 %), l'aulne (14,6 %) et le chêne (8,5 %) ; l'orme (0,7 %) et le tilleul (1,1 %) décroissent.

Pour les herbacées, on constate la diminution des graminées (2,5 %), des chénopodiacées (1,4 %) ; les plantes aquatiques sont toujours présentes en quantité non négligeable.

Milieu : MARAIS D'EAU DOUCE OU L'INFLUENCE MARINE EST TRES FAIBLE. LE DOMAINE CONTINENTAL SE RAPPROCHE, CE QUI SE TRADUIT PAR UN POURCENTAGE PLUS IMPORTANT D'ARBRES.

L'aulne a supplanté le chêne ; ici la dualité aulne-bouleau est prépondérante. L'âge est SUBBOREAL. Le spectre pollinique et la datation absolue sont en corrélation : 4380 B.P. \pm 120 (Gif. 4513).

N° 4 : + 4,5 m N.G.F. :

La moyenne des A.P. est 89,7 %. Le chêne redevient dominant (33,8 %) par rapport à l'aulne (30,5 %) ; le bouleau (8,9 %) régresse au profit du noisetier (13,2 %).

Les herbacées diminuent : graminées (1 %), cypéracées (3 %) et plantes aquatiques (*Sparganium* et *Sphagnum*) ; les chénopodiacées augmentent très légèrement, ainsi que les fougères.

Milieu : MARAIS D'EAU DOUCE, TENDANT A L'ASSECHEMENT.

L'analyse palynologique conduit à un âge SUBBOREAL.

SONDAGE E.3 - Coordonnées : x : 317,28 ; y : 108,68 ; z : + 4 m N.G.F.

La moyenne des A.P. est 69,4 %. L'aulne (23,4 %) domine le noisetier (20,6%), le bouleau (12,2 %) et le chêne (10 %) ; les pourcentages de l'orme et du tilleul sont supérieurs à 1 %.

Les herbacées sont dominées par les fougères (9,7 %) et les graminées (5,6 %) ; les cypéracées sont encore importantes (4,1 %) ; on constate un fort accroissement de bruyères avec *Calluna* (3,1 %) ; les chénopodiacées (2,5 %) indiquent une faible influence marine.

Milieu : MARAIS D'EAU DOUCE, AVEC UNE FAIBLE INFLUENCE MARINE, SANS DOUTE HAUT D'UN SCHORRE QUI COMMENCE A ETRE COLONISE PAR UNE LANDE A BRUYERES.

Le spectre pollinique confirme la datation au 14 C : 3770 B.P. \pm 110 (Gif : 4512) : l'âge est SUBBOREAL.

SONDAGE E.7 - Coordonnées : x : 324,10 ; y : 110,74

Deux prélèvements ont été faits à la base (n° 1) et au sommet (n° 2) d'un niveau tourbeux.

N° 1 : + 4,7 m N.G.F.

La moyenne des A.P. est 59,3 %. L'aulne et le noisetier chacun (18,7 %) dominant le chêne (15,1 %) ; le tilleul et l'orme dépassent 2 %.

Les herbacées sont dominées par les chénopodiacées (19 %), les graminées (11,7 %) et les cypéracées (7,2 %).

Milieu : MARAIS MARITIME, SCHORRE, AVEC APPORT D'EAU DOUCE.

D'après les pollens, ce niveau est d'âge SUBATLANTIQUE.

N° 2 : + 5,1 m N.G.F. :

La moyenne des A.P. est 74,6 %. L'aulne est toujours prépondérant (37,9 %) sur le chêne (15,4 %) et sur le noisetier (9,5 %) ; le bouleau s'accroît avec 7,4 %, *Tilia* et *Ulmus* sont toujours présents.

Les herbacées sont dominées par les fougères monolètes (11,5 %), l'osmonde (3,2 %) et les chénopodiacées (3,8 %).

Milieu : HAUT DE SCHORRE AVEC APPORT D'EAU DOUCE REDUIT.

La palynologie indique un âge SUBATLANTIQUE.

SONDAGE F.10 - Coordonnées : x : 319,02 ; y : 108,02

Deux prélèvements ont été faits à la base (n° 1) et au sommet (n° 2) d'un niveau tourbeux,

N° 1 : + 6 m N.G.F. :

La moyenne des A.P. est 79,8 %. L'aulne est dominant (28,5 %) sur le chêne (21,2 %) et le noisetier (13,2 %) ; le tilleul, l'orme et le pin sont présents.

Les herbacées sont dominées par les sphaignes (5,6 %) et les cypéracées (3,6 %) ; les chénopodiacées et les fougères atteignent chacune (3,3 %).

Milieu : MARAIS D'EAU DOUCE SOUS INFLUENCE MARINE IMPORTANTE.

Le houx (*Ilex*) atteint dans ce sondage des pourcentages importants (6,9 %).

L'âge est SUBATLANTIQUE.

N° 2 : + 7 m N.G.F. :

Le pourcentage moyen des A.P. est 79,9 %. *Alnus* est dominant (33,8 %) sur le chêne (16,5 %) et le noisetier (13,3 %) ; le bouleau atteint 4,3 % ; le tilleul, l'orme et le pin sont présents. Le houx est encore en forte proportion (8,3 %).

Comme précédemment, les différentes espèces herbacées sont en égales proportions : graminées et fougères (3,6 %), *Sphagnum* (3,2 %), cypéracées et chénopodiacées (2,5 % chacune).

Milieu : MARAIS D'EAU DOUCE A HUMIDITE IMPORTANTE ET FAIBLE INFLUENCE MARINE.

Là encore, les données palynologiques conduisent à conclure à un âge SUB-ATLANTIQUE.

III - SAINT-JEAN-LE-THOMAS : N° 1

Il s'agit d'un sondage recoupant au sommet un chenal tapissé de tourbe.

COUPE 1 - Coordonnées : x : 316,1 ; y : 120 ; z : + 3,5 m à + 4,7 m N.G.F.

Trois séquences ont permis de reconstituer la coupe 1 synthétique :

- . Séquence I
 - 0 à - 25 cm : sables tourbeux
 - 25 à - 45 cm : tourbe avec souches d'arbres
 - 45 à - 55 cm : argile tourbeuse
- . Séquence II
 - 0 à - 5 cm : argile tourbeuse grise
 - 5 à - 30 cm : argile bleue et débris végétaux
 - 30 à - 34 cm : argile brune humifère
 - 34 à - 40 cm : tange sablo-limoneuse
- . Séquence III
 - 0 à - 20 cm : argile verte
 - 20 à - 30 cm : tange

Le sommet de la séquence II (argile tourbeuse grise) correspond à la base de la séquence I (argile tourbeuse). Dans la séquence III, l'argile verte est très localisée dans de petits chenaux érodant la tange et qui se situent sous l'argile brune humifère de la séquence II.

DIAGRAMME POLLINIQUE (fig. 4)

La description palynologique sera donnée de la base de la coupe vers le sommet.

3.1 SEQUENCE III

3.1.1 Base : de - 20 à - 30 cm : + 3,5 m N.G.F.

Le pourcentage des A.P. est de 16,5 % en moyenne et décroît vers le sommet de cette séquence. Le chêne domine sur le noisetier et diminue vers le haut ; les pourcentages du pin sont assez élevés et croissent au contraire vers le sommet.

Les herbacées sont dominées par les fougères (monclètes, peut-être *Dryopteris* et *Polypodium*) qui dépassent 50 % ; les graminées décroissent ; les chénopodiacées sont présentes, mais avec des pourcentages peu importants ; les cypéracées et les plantes aquatiques sont pratiquement inexistantes.

Milieu : LANDE A FOUGERES, DOMINANT UN SCHORRE.

3.1.2 Sommet : argile verte - + 3,5 à + 3,7 m N.G.F.

La moyenne des A.P. n'est que de 9,9 % : elle marque une régres-

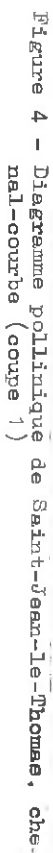


Figure 4 - Diagramme pollinique de Saint-Jean-le-Thomas, cheval-courbe (coupe 1)

sion des arbres au profit des plantes herbacées, dominées par les chénopodiacées et les fougères. Les premières atteignent 67,5 % à + 3,6 m N.G.F. Le pin reste généralement dominant sur le noisetier.

Milieu : SCHORRE ET LANDE A FOUGERES.

3.2 SEQUENCE II

3.2.1 Base : niveau de tange épais de 6 cm à + 3,75 m N.G.F.

Le pourcentage moyen des arbres augmente légèrement par rapport à celui de la séquence précédente. Le chêne est dominant sur le pin et l'aulne. Pour les herbacées, les graminées (67 %) montrent un pourcentage élevé. On constate la diminution des chénopodiacées (jusqu'à 4 %) et des fougères (moins de 10 %) ; les cypéracées augmentent jusqu'à 6,5 %.

Milieu : SLIKKE.

3.2.2 Sommet : de - 3,4 à la surface du sol : + 3,8 m à + 4,1 m N.G.F.

Argile bleue

Le diagramme pollinique est assez homogène. On constate après l'installation d'un schorre sur la slikke précédente, l'augmentation des arbres : moyenne A.P. = 22,8 %. Le chêne domine l'aulne et le noisetier ; au sommet, régression du chêne.

Pour les herbacées, les chénopodiacées dominent les graminées et les fougères ; les cypéracées décroissent légèrement.

Milieu : SCHORRE.

3.3 SEQUENCE I

3.3.1 Base : argile tourbeuse : + 4,2 m N.G.F.

Les arbres sont en augmentation sensible : moyenne des A.P. = 40 %. Le chêne, espèce dominante sur le noisetier et l'aulne, croît ; l'orme, jusqu'ici sporadique, présente une courbe continue et dépasse même 3 %.

Les graminées décroissent ; les chénopodiacées augmentent ; les fougères diminuent fortement ; apparaissent les *Sparganium* qui indiquent la présence d'eaux douces courantes.

Milieu : SCHORRE

3.3.2 Partie inférieure de la tourbe à + 4,3 m N.G.F.

Le pourcentage des A.P. (53,4 %) croît sensiblement. Le chêne augmente et atteint 41 % : il domine le noisetier et l'aulne ; l'orme augmente. Les graminées deviennent dominantes avec 27,3 % en moyenne ; les chénopodiacées régressent fortement au profit des cypéracées et des composées tubuliflores.

Milieu : HAUT DE SCHORRE, SE TRANSFORMANT EN MARAIS CONTINENTAL.

3.3.3 Partie supérieure de la tourbe à + 4,4 m N.G.F.

Le pourcentage des A.P. (45,7 %) décroît. Les chênes se raréfient fortement ; le noisetier et l'aulne augmentent légèrement. Les graminées diminuent au profit des chénopodiacées et surtout des cypéracées, qui atteignent un maximum de 38,4 %.

Milieu : HAUT DE SCHORRE D'APRES L'AUGMENTATION DES CHENOPODIACEES.

3.3.4 Sommet : sables tourbeux à + 4,6 m N.G.F.

La courbe des arbres augmente de nouveau : le pourcentage des A.P. atteint 52 % en moyenne. Le chêne augmente fortement (moyenne : 37,4 %) ; les autres espèces (noisetier, aulne) sont en diminution.

Parmi les herbacées, les cypéracées sont toujours dominantes : 15 % en moyenne ; les chénopodiacées augmentent jusqu'à 12,4 % ; les graminées diminuent au profit de certaines plantes aquatiques, telles les *Sparganium* qui atteignent 12,6 % et qui indiquent une circulation importante d'eaux douces.

Milieu : CHENAL D'EAU DOUCE, AYANT UN SCHORRE SUR SES BERGES.

D'après l'analyse pollinique, on peut conclure à un âge SUBBO-REAL pour l'ensemble des couches étudiées dans ce diagramme.

IV - SAINT-JEAN-LE-THOMAS - COUPE 2

Ce sondage est situé sur le rebord d'un chenal rectiligne et présente une coupe analogue à celle du chenal précédent (sommet du log St-Jean 2).

COUPE 2 - Coordonnées ; x : 316 ; y : 119,75 ; z : + 4,3 m N.G.F.,

0 à 5 cm ; tourbe avec souches d'arbres en place
5 à 15 cm ; sables tourbeux
15 à 35 cm ; argile grise

Le chenal rectiligne est situé dans le prolongement du chemin dit d'Obrey.

La datation au 14 C de l'échantillon de tourbe (Gif, 4549) est de $4\ 730 \pm 130$ B.P.

DIAGRAMME POLLINIQUE (fig. 5)

La description de ce diagramme sera donnée de la base vers le sommet.

a) Base : argile grise et base sables tourbeux : + 4 à + 4,2 m N.G.F.

La proportion des A.P. est de 45,5 % en moyenne. Le chêne 16,3 % domine le noisetier, l'orme et l'aulne.

Les herbacées sont dominées par les chénopodiacées qui atteignent en moyenne 37,6 % (pic à 74,7 %) ; les graminées varient entre 1 et 8 % ; les fougères et les cypéracées sont assez importantes avec 6 et 3 %.

Milieu : SCHORRE.

b) Sommet : sables tourbeux et tourbes : + 4,2 à 4,3 m N.G.F.

Le pourcentage des A.P. est de 38,1 %, marquant une nette diminution dans la courbe des arbres. Le chêne est en général dominant sur le noisetier ; l'aulne et l'orme diminuent.

Les herbacées augmentent à la suite du développement des graminées, cypéracées et fougères, tandis que diminuent les chénopodiacées ; on constate aussi d'importants pourcentages d'ombellifères.

Au sommet, apparaît une nouvelle croissance du chêne.

Milieu : CHENAL D'EAU DOUCE (présence de *Sparganium*) DANS UN SCHORRE.

La datation au 14 C (Gif. 4 549) est de $4\ 730 \pm 130$ B.P. et confirme la datation pollinique : l'âge est SUBBOREAL.

On remarque la similitude des coupes 1 et 2 de St-Jean-le-Thomas : il y a concordance dans l'altitude du dépôt, la stratigraphie et la végétation. Ainsi, on peut dater le point + 4,3 m N.G.F. de la coupe 1 de $4\ 730 \pm 130$ B.P.

V - SAINT-PAIR

Les coordonnées en sont les suivantes : x : 312,8 ; y : 1 131,47 ; z : + 1,5 m N.G.F.

Le prélèvement de 20 cm de tourbe légèrement sableuse riche en racines et troncs d'arbres en place, reposait directement sur les schistes briovériens.

DIAGRAMME POLLINIQUE (fig. 5)

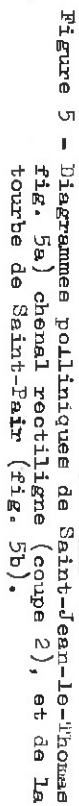
Les pourcentages d'A.P. sont forts et varient de 70 à 93 %. L'aulne est le plus souvent le genre dominant, suivi par le tilleul qui est parfois dominant et qui atteint dans cette coupe de très forts pourcentages. Compte tenu du faible pouvoir de dispersion du tilleul, il semble que l'on soit alors dans une "forêt" de tilleuls ; le chêne atteint une moyenne de 17 % et le noisetier, moins important, 13 % ; l'orme est peu abondant, avec cependant une augmentation vers le sommet.

Les espèces herbacées, avec une moyenne de 15 à 18 %, sont essentiellement dominées par les fougères monolètes (moyenne de 11,9 à 13,3 %) et les *Polypodium* ; les graminées dépassent rarement 1,5 % et les chénopodiacées, en courbe discontinue atteignent parfois 1,2 % ; enfin, on notera la présence de quelques rares plantes aquatiques.

Milieu : PAYSAGE BOISE, LEGEREMENT HUMIDE, SANS INFLUENCE MARITIME ; FORET D'AULNES, DE TILLEULS ET DE CHENES SUR UN SOUS-BOIS DE FOUGERES.

La datation d'un bois de cette tourbe, obtenue par J. THOMMERET (M.C. 463) est de $5\ 000 \pm 100$ B.P.

Le diagramme palynologique est très homogène et ne comporte que quelques variations mineures. La végétation est caractéristique d'un âge SUBBOREAL, en accord avec la datation au 14 C.



CONCLUSIONS DES ANALYSES PALYNOLOGIQUES

A la suite de ces analyses, nous avons pu définir plusieurs faciès pouvant indiquer différentes variations régionales des associations végétales du rivage marin, lors de la transgression flandrienne.

- Plusieurs niveaux de slikke (domaine maritime) ont été reconnus : - 2 à + 2,5 m N.G.F. (Pontorson 2), à + 3,75 m N.G.F. (St-Jean 1). Cette slikke est parfois recouverte par un schorre et parcourue par des ruisseaux d'eau douce.

- A la slikke, succède le schorre ou marais maritime, couvert de végétation halophile : à l'Atlantique (sondage E2, - 7 m N.G.F.) ; E9-4 : + 1,3 m N.G.F. ; E9-3, + 2,8 m N.G.F.) ; au Subboréal (St-Jean 1 et 2 : + 3,8 à + 4,2 m N.G.F.) ; au Subatlantique (Pontorson 2, + 2,5 m N.G.F.).

- Du schorre, on passe naturellement vers le haut de schorre, ou l'influence continentale se fait de plus en plus prépondérante. Ces hauts de schorre indiquent le niveau des plus hautes mers et passent progressivement à des marais continentaux : au Subboréal (E3, + 4 m N.G.F. ; St-Jean, + 4,3 à + 4,4 m N.G.F.) ; au Subatlantique (Pontorson, + 4,5 m N.G.F.).

- Les marais continentaux sont souvent formés en arrière d'un cordon littoral : au Subboréal (St-Pair, + 1,5 m N.G.F. ; E9 (2 et 1 : + 4,1 à + 4,5 m N.G.F., St-Jean, + 4,6 à + 4,7 m N.G.F.) ; au Subatlantique (Pontorson, de + 4,5 à + 7,5 m N.G.F. ; E10 à + 6 et + 7 m N.G.F.).

C - CONCLUSIONS SUR L'HOLOCENE

La première remarque concerne la relation satisfaisante entre les datations au 14 C et les données biostratigraphiques de l'analyse palynologique : à l'exception du prélèvement n° 2 du sondage 9 qui donne au 14 C un âge de 500 à 600 ans trop jeune, tous les résultats sont cohérents. Dans la partie occidentale de la baie un pourcentage plus important de datations radiochronologiques de tourbes ne cadraient pas avec l'analyse pollinique (DELIBRIAS & MORZADEC, 1975), mais le nombre d'échantillons analysés était beaucoup plus grand.

Il est essentiel de confronter les résultats de cette étude avec ceux de M.-T. MORZADEC (1974, 1975) dans le marais de Dol, afin de définir les étapes de la transgression flandrienne dans l'ensemble de la baie. On notera d'abord que l'emplacement des sondages est différent : fond de la partie occidentale de la baie avec le marais noir de Dol et zone sud du marais blanc pour M.-T. MORZADEC, fond oriental de la baie avec essentiellement le marais blanc oriental pour nous.

Il est tentant de placer nos points datés sur un graphique temps-altitude (fig. 6) comme l'a fait M.-T. MORZADEC, en distinguant les tourbes d'eau douce des dépôts saumâtres et marins. Aux points bénéficiant d'une datation au 14 C, nous avons ajouté les données de Pontorson et de Pontaubault. A Pontorson, le passage Subboréal-Subatlantique (VIIb-VIII) est bien caractérisé par sa flore et sa lithologie : l'âge de cette transition (vers 3 600 B.P.) étant bien établi, on peut donc tenir compte de ce sondage tout en sachant qu'une datation absolue serait encore nécessaire pour vérification. Dans le même sondage, l'apparition vers le haut de nombreuses espèces cultivées, liées à la colonisation romaine, nous permet de définir l'épaisseur de tange déposée depuis l'époque romaine. A Pontaubault, le problème consistait à vérifier les données importantes fournies par LEBESCONTE (1898) à partir des sondages Mazelier et des fosses creusées pour la voie ferrée Dol-Avranches. Les sondages 1 (B.R.G.M.) et 3 (C.E.T.E. Rouen) confirment les données acquises au point 2 (LEBESCONTE) : en effet, on retrouve, entre la tange sommitale et les sables fluviatiles, des sables marins coquilliers grossiers, à débris de bois roulés (figurés par des ovales noirs dans la fig. 1). Outre ces trois sondages, deux trous à la pelle mécanique (entreprise Daniel) près du pont de Pontaubault, confirment la continuité de ces sables marins ; ceux-ci ont démantelé une tourbe à souches d'arbres ("coërons") contenant des débris de briques romaines que, jusqu'à présent, seul LEBESCONTE a décrite, mais dont l'existence est confirmée par l'identité stratigraphique des trois sondages, par la présence de morceaux de bois roulés, ainsi que par l'odeur fétide caractéristique. Il s'agit là d'une tourbe boisée de l'époque romaine que la transgression marine du Dunkerquien II a érodée. Ces diverses données ont donc été portées sur le graphique ainsi que la tourbe de Hauteville, observée (J.-P.L.)

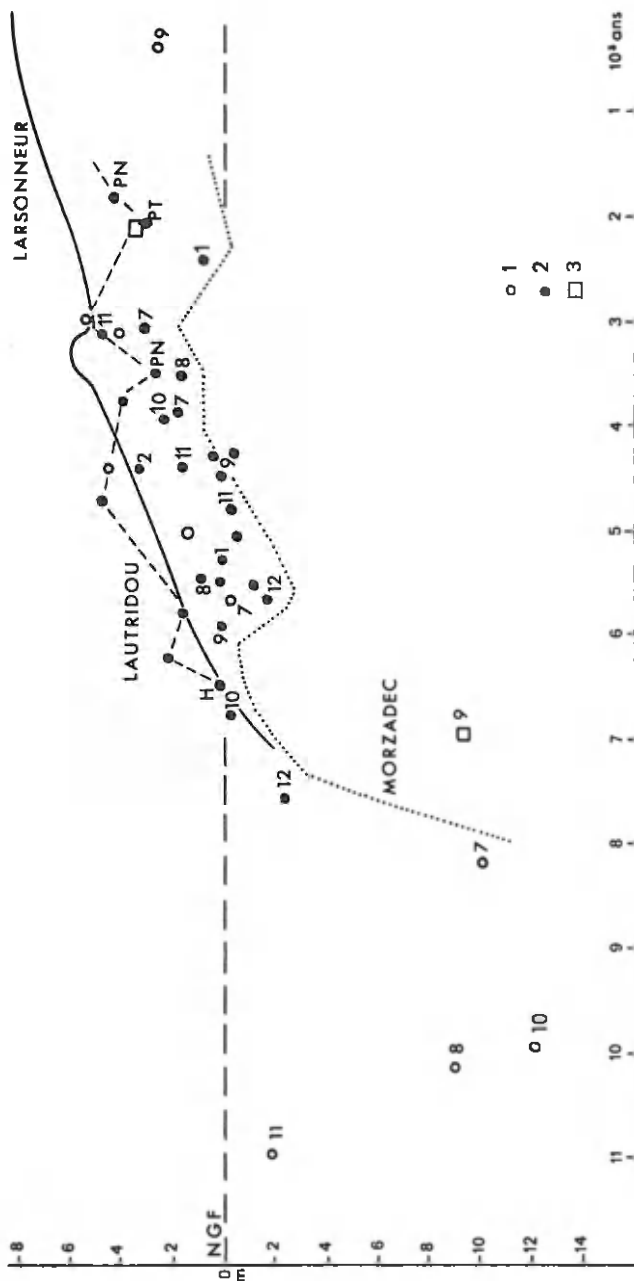


Figure 6 - Essai de comparaison entre les courbes représentant le niveau minimal des plus hautes mers depuis 7 000 ans B.P. dans le marais de Dol (les valeurs restent relatives à cause du tassement) d'après M.-T. MORZADEC et dans la partie orientale de la baie du Mont Saint-Michel d'après J.-P. LAUTRIDOU : confrontation avec la courbe synthétique de variation du niveau des plus hautes mers dans le nord-ouest de la France (LARSONNEUR, 1971).

1 eau douce - 2 saumâtre - 3 marin - H tourbe de Hauteville - PN Pontonson - PT Pontaubault - les points chiffrés sont ceux de M.-T. MORZADEC (DELIBRIAS & MORZADEC, 1975).

de façon presque continue au nord de Granville, à la cote Om N.C.F. et datée de 6 500 B.P. (GIESSE & LAUTRIDOU, 1973).

Dans le graphique (fig. 6), relient par un trait les points qui sont caractérisés par une influence marine, mis à part les prélèvements datés de tourbes d'eau douce : nous obtenons une courbe dont nous discuterons la valeur ultérieurement. Chaque point de cette courbe donne en théorie le niveau minimal atteint par les plus hautes mers au moment considéré. Par rapport à la courbe de M.-T. MORZADEC, nous pouvons faire deux constatations : premièrement, nous retrouvons les mêmes tendances sur les deux courbes avec en particulier des creux vers 5 800, vers 3 500 et vers 2 200 ans B.P., et deuxièmement nous observons un décalage très net de notre courbe vers le haut de 3 à 4 m. Selon M.-T. MORZADEC (DELIBRIAS & MORZADEC, 1975), le tassement des tourbes et des tangles expliquerait les altitudes observées dans le marais de Dol, la courbe obtenue indiquant seulement les variations relatives dans le temps du niveau des plus hautes mers. Cette interprétation reste la plus vraisemblable, d'autant plus que les sédiments sont plus épais à l'Ouest ; toutefois, on ne s'explique pas pourquoi ce tassement semble très faible à l'est de Pontorson où nous retrouvons dans l'ensemble la courbe moyenne (en faisant abstraction des problèmes d'oscillations) de M.-T. MORZADEC en Bretagne et de Cl. LARSONNEUR (1971) pour le Nord-Ouest. L'hypothèse d'un affaissement récent de l'ouest de la baie n'est pas, actuellement, soutenable. Il sera donc nécessaire de comparer la granulométrie des tangles (différences de tassement) et de connaître la stratigraphie des dépôts de la partie nord du marais blanc, dans le secteur occidental de la baie. Quoi qu'il en soit, ces premières données de la partie orientale confirment les travaux de M.-T. MORZADEC sur la paléogéographie régionale ; on peut maintenant se demander ce que signifient les deux courbes obtenues.

Il faut d'abord remarquer que nous disposons actuellement d'un très petit nombre de points dans la zone orientale en raison de la rareté des sondages et des tourbes véritables permettant une datation absolue convenable. D'autre part, les données fournies par les marais maritimes sont peu favorables pour définir le niveau des plus hautes mers pendant l'Holocène, ainsi que le rappelaient encore récemment KIDSON et al. (1979). Les formations de haut de schorre, à la transition marais maritime-marais continental ainsi que les tourbes boisées (KIDSON et al., 1979) apportent les renseignements les plus précis, mais nous ne disposons pas uniquement d'éléments de ce type. Cette courbe est donc tout à fait provisoire. Dans cette optique, il paraît vain de discuter si les trois creux (ou paliers), observés dans la comparaison des deux courbes et qui correspondent à la formation de tourbes, impliquent une régression, une stabilisation ou seulement une simple modification de la ligne de rivage et de ses cordons littoraux dans le contexte du fond de la baie en voie de colmatage : les partisans de courbes continues (tels LARSONNEUR ou KIDSON) et ceux ou celles qui préconisent des variations plus complexes (TERS, 1973) demeurent encore opposés à ce sujet (voir aussi les nombreuses courbes regroupées dans NIVMER 3, 4, 5, E.N.S. Montrouge).

En conclusion, certaines données nous paraissent maintenant bien établies :

- la partie orientale de la baie du Mont-Saint-Michel a été atteinte par la mer à l'Atlantique et non au Boréal comme à l'Ouest, le bed-rock étant plus élevé à l'Est : les sables coquilliers de la base des sondages E2, E3, B1 correspondent à cette transgression qui a recouvert soit directement le socle briovérien, soit les formations hétérogènes du Weichsélien ancien, soit encore les sables éoliens du Pléniglaciaire, soit enfin les alluvions périglaciaires des rivières. Dans la deuxième partie de l'Atlantique, après 6 200 ans B.P., des tourbes se formaient et alternaient avec des tangles ;

- après une poussée transgressive culminant vers 4 700 ans B.P. (St Jean-le-Thomas), de nouvelles tourbes se développent jusqu'à 3 600 ans environ ; de même après 3 000 ans B.P. (Subatlantique), en particulier à l'Epoque romaine (Pontaubault) ;

- enfin, la transgression du Dunquerkien II est bien caractérisée à Pontaubault.

REMERCIEMENTS - Nous remercions vivement le B.R.G.M. qui nous a permis d'implanter et d'étudier des sondages, le C.E.T.E. de Rouen et le laboratoire de l'Equi-

pement de St-Brieuc qui nous ont communiqué des renseignements nombreux et fourni les carottes du sondage Pontorson, ainsi que M. DANIEL de Genêts qui a creusé les deux fosses de Pontaubault.

Bibliographie

- DELIBRIAS G. & MORZADEC-KERFOURN M.-T. (1975).- Evolution du marais de Dol-de-Bretagne au Flandrien. *Bull. A.F.E.Q.*, 43, n° 2, p. 59-70.
- DUBOIS G. (1924).- Recherches sur les terrains quaternaires du Nord de la France. *Mém. Soc. géol. Nord (Lille)*, VIII, 357 p.
- ELHAI H. (1963).- *La Normandie occidentale entre la Seine et le golfe normand-breton. Etude morphologique*. Thèse Lettres, Univ. Paris et Impr. Bière (Bordeaux), 581 p.
- ELHAI H. (1967). Le Mont Saint-Michel. Le cadre naturel et les vicissitudes du site jusqu'au VIII^{ème} siècle. in *Millénaire monastique du Mont Saint-Michel*, t. II, chap. I, pp. 13-29.
- GIRESE P. (1969).- *Essai de sédimentation comparée des milieux fluvio-marins du Gabon, de la Catalogne et du Sud Cotentin*. Thèse Sciences, Caen, 2 vol. ronéot, 730 p.
- GIRESE P. & LAUTRIDOU J.-P. (1973).- Les formations quaternaires du littoral du golfe normand-breton entre Coutainville et Avranches, *Bull. A.F.E.Q.*, 2, pp. 89-101.
- KIDSON C. & HEYWORTH A. (1978).- Holocene eustatic sea level change. *Nature*, 273, 5665, pp. 748-750.
- KIDSON C. & HEYWORTH A. (1979).- Sea Level. *Proc. Symp. int. 1978. "Variations des lignes de rivage pendant le Quaternaire"*. Ed. Suguio, Sao-Paulo, Brésil, 28 p.
- LARSONNEUR C. (1971).- *Manche centrale et baie de Seine. Géologie du substratum et des dépôts meubles*. Thèse, Science, Univ. Caen, 396 p.
- LARSONNEUR C. & DORE F. (1975).- Normandie : Baie du Mont-Saint-Michel et Massif Armoricaïn. *Livret guide excursion 1. 9ème Congr. int. sédimentologie*, Nice, 128 p.
- LAUTRIDOU J.-P. (1972).- Chronostratigraphie des loess normands. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 274, p. 3073-3075.
- LAUTRIDOU J.-P. (1980).- Carte géologique à 1/50.000 : feuille Coutances. Légende : le Quaternaire. (sous presse)
- LAUTRIDOU J.-P. (1980b).- Stratigraphie du Quaternaire du Bassin Parisien. Table ronde. *"Probl. Strat. Quat. Fr. et pays limitr."*, Dijon, 1978. Suppl. *Bull. A.F.E.Q.*, N.S., n° 1, 372 p.
- LEBESCONTE P. (1898).- Périodes géologiques gallo-romaine et franque. Leurs relations avec le Quaternaire, le Pliocène et l'Epoque moderne. *Bull. Soc. Sci. méd. Ouest (Nantes)*, t. 7, pp. 354-408.
- MORZADEC-KERFOURN M.-T. (1974).- Variations de la ligne de rivage armoricaïne au Quaternaire. Analyses polliniques de dépôts organiques littoraux. *Mém. Soc. géol. minér. Bretagne (Rennes)*, n° 17, 208 p.
- MORZADEC-KERFOURN M.-T. (1975).- Evolution paléogéographique du marais de Dol-de-Bretagne (Ille-et-Vilaine) durant le Flandrien. *Bull. Soc. géol. minér. Bretagne (Rennes)*, (C), VII, 1, pp. 49-51.
- PHILIPONNEAU M. (1956).- La Baie du Mont-Saint-Michel. Etude de morphologie littorale. *Mém. Soc. géol. minér. Bretagne (Rennes)*, t. II, pp. 227-290.
- TERS M. (1973).- Les variations du niveau marin depuis 10 000 ans le long du littoral Atlantique français. in *Le Quaternaire. Travaux français récents. 9ème Congrès int. INQUA*, Christchurch, 1973, pp. 114-135.
- VERGER F. (1968).- *Marais et wadden du littoral français*. Biscaye ed. (Bordeaux), 544 p.