

# Géologie de la Grande Brière et des Régions Circumvoisines

par Lucien BARBAROUX *

*La géologie de la Grande Brière s'intègre dans le schéma général de l'histoire géologique de la Bretagne méridionale et présente des affinités particulières avec les régions du Golfe du Morbihan et du Lac de Grandlieu.*

*Il s'agit d'une zone d'effondrement, marquée par des cassures, ayant principalement joué au Cénozoïque. De plus, la paléogéographie locale a servi de guide à l'organisation des dépôts sédimentaires, leur donnant un caractère discontinu. Les premiers dépôts sédimentaires datés — si l'on excepte le Cénomanien, remanié, et l'Yprésien continental de la région de Savenay — sont d'âge lutétien fossilisant un système de rias préexistantes.*

*La régression préflandrienne n'a permis la conservation de lambeaux de ces terrains qu'en des zones très localisées. La transgression flandrienne assure, par la suite, la quasi totalité du remplissage. L'envahissement marin, par des épisodes de durée et de vitesse inégales, a culminé vers moins 4 500 ans par l'ennoiement total du Bassin briéron. La majeure partie du remplissage est donc extrêmement récente.*

## I. — *GENERALITES*

### Historique

La Grande Brière, comme bon nombre de régions d'accès malaisé, a été fort peu étudiée. Cependant, au siècle dernier, Kerviller, Ferronière et Barrois avaient parcouru la région et fourni quelques précieuses indications. Depuis, une série de sondages carottés a été effectuée (1952), donnant de nombreux renseignements sur le remplissage de cette cuvette. Un ouvrage de vulgarisation (A. Vince) a récemment repris ces travaux. G. Bellancourt, qui dirige dans la région de fructueuses fouilles préhistoriques, a bien voulu nous confier quelques échantillons d'un sondage à la tarière que J.-P. Margerel a suivi. Enfin nos recherches ont permis de mettre en œuvre une plateforme de sondage mise au point par le laboratoire pour l'étude des vasières, et de compléter les sondages existants par de nouvelles reconnaissances en Brière même.

---

* Maître Assistant U.E.R. Sciences de la Nature. Laboratoire Géologie Marine et Appliquée. B.P. 1044. Nantes.

### Cadre géologique (1)

La région considérée est essentiellement constituée par des roches cristallines ou cristallophylliennes (2). Le sillon de Bretagne limite au Nord-Est la plaine marécageuse de Brière. L'altitude moyenne de ce relief est de 66 mètres ; il est formé par une puissante ossature de granulite feuilletée, injectée de quartz. A l'est de la Brière, les granulites, anatéxites, embréchites et micaschistes forment, avec des amphibolites et serpentinites, l'essentiel des affleurements de Besné (altitude 12 mètres), Donges (environ 20 mètres), Montoir (5 mètres). A l'Ouest, les micaschistes du groupe de la Vilaine (J. Cogné, 1961), viennent buter contre le granite du pays guérandais, dôme massif, saillant, s'élevant légèrement (13 mètres NGF (3)) au-dessus des marais voisins.

### Les marais de brière

— *Grande Brière :* La Grande Brière s'étend sur 8 000 hectares dont 6 à 7 000 sont inondés ; il s'agit d'une série de bas-fonds alignés Nord-Ouest - Sud-Est qui *surversent* les uns dans les autres et ce, suivant deux directions : d'Ouest en Est (Saint-Lyphard - Saint-Joachim) et du Nord au Sud (Chapelle des Marais - Trignac). Le drainage est très mauvais et ne peut être que difficilement amélioré sans d'importants travaux, dont la nécessité n'est d'ailleurs pas évidente.

— *Marais de Donges :* Ce marais a 10 000 hectares d'étendue. Il est délimité par un quadrilatère : Chapelle-des-Marais, Pont-Château, Chapelle-Launay, Montoir. Le fond est tourbeux. Comme en Brière la tourbe forme une couche irrégulière (50 centimètres à un mètre d'épaisseur), l'assèchement et le drainage ont été effectués dans de bonnes conditions, le marais est en voie de colmatage assez rapide. Quelques milliers d'hectares sont cependant encore inondables.

— *Marais de Prinquiau :* Il couvre environ 500 hectares. Les précédentes remarques peuvent s'y appliquer.

### Les exutoires

— *Le Brivet :* Dévié et canalisé sur une partie de son cours, ce cours d'eau aboutit au canal-écluse de Méan. L'inondation du Brivet débute dès novembre ; la pente d'écoulement est très faible (un mètre/9 kilomètres) ; l'évacuation des eaux n'est normale qu'en juillet-août.

— *Canaux de Priory et de la Taillée :* Ces canaux contribuent au drainage, mais ne sont pas très efficaces. Ils étaient surtout utilisés pour le charroi des tourbes qui, au siècle dernier, étaient vendues à Nantes pour le chauffage domestique.

### Observations hydrologiques

A la suite des observations de Ferronière (1910), on peut considérer la Grande Brière comme une lagune (*sensu lato*) dont

---

(1) Feuille Saint-Nazaire 1/80 000e
» » 1/50 000e, 1re éd., sous presse.

(2) Pour plus de détails sur les séries métamorphiques et éruptives, on consultera J. Cogné (1961).

(3) NGF = Nivellement Général Français (zéro des cartes terrestres, niveau moyen de la mer à Marseille).

les communications avec la mer ont été coupées et où la flore et la faune marine ont complètement disparu pour faire place à une flore et à une faune d'eau douce dans les endroits éloignés de la Loire. Les espèces marines ou maritimes se sont maintenues dans les marais avoisinants la Basse-Loire (vents marins, eaux salées). Ainsi, sur la vasière de Méan, on note sur :

— Sable sec : *Talitrus saltator.*

— Sable vaseux humide (plus bas) : les prairies de *Scirpus, Spartina, Juncus* avec des *Vaucheria ; Carcinus mœnas, Nereis diversicolor, Hydrobia ulvae.*

— Vases découvrant à très basse mer : Diatomées, *Crangon vulgaris.*

— Dans l'étier de Méan : quelques *Ulva lactuca, Fucus platycarpus, Crambessa pictonum.*

En Grande Brière, entre la Loire et Saint-Joachim, l'influence de la Basse-Loire, remontant le long du Brivet et s'étendant plus ou moins aux régions voisines du lit du ruisseau, se fait sentir à cette époque (1910) avec *Triglochin maritimum* qui était signalé jusqu'à Pont-Rosé (d'après MÉNIER).

La salure se fait sentir plus loin, mais les plantes proprement maritimes manquent. La région entre Saint-Joachim et Saint-André-des-Eaux ne contient qu'une faune et une flore exclusivement lacustres et palustres. Les dosages de chlorure ont donné des résultats très faibles, contrairement au triangle Saint-Nazaire, Montoir, Donges, et au couloir limité au cours du Brivet où l'on notait un ensemble saumâtre avec forte proportion de chlorures.

Ces conditions ont dû changer quelque peu de nos jours. Nous renvoyons, à ce sujet, le lecteur aux articles de nos collègues biologistes. Nous les avons rappelées ici pour établir la liaison entre les conditions hydrologiques ayant régné jusqu'à une période récente et les dépôts corrélatifs.

### ETAT DES SONDAGES EN BRIÈRE

Une exploration systématique a été entreprise ; nos études et sondages, ainsi que ceux de G. BELLANCOURT, ont permis de préciser de nombreux points. Mais ce travail doit être poursuivi. Les derniers sondages officiels réalisés dans le Brivet remontent à la période 1842-1844. Ces sondages avaient pour but de reconnaître l'épaisseur de tourbe exploitable. Dans le bassin du Brivet elle n'excède pas un mètre ; pour la Grande Brière dans son ensemble, l'épaisseur moyenne est de 1,80 mètre (maximum 2,40 mètres à Sem en Donges). La tourbe repose sur une vase bleue, fétide, d'épaisseur variable, surmontant une nappe de sables et graviers souvent grossiers. Le fond rocheux descend par endroit à 21 mètres sous le niveau actuel des eaux de la Brière. On a signalé, dans les zones les plus profondes, une intercalation de vases marines, sableuses, à coquilles brisées. Des sondages récents ont confirmé ces observations (1955 - Société Béarnaise - coupe transversale sur neuf kilomètres de la Chaussée Neuve à Saint-Joachim) et ont permis de préciser l'existence d'un niveau marin coquillier à moins 18 mètres NGF.

Un sondage réalisé à Pont-de-Paille marque la présence d'un seuil récent à moins cinq mètres, franchi en gorge étroite, par un ancien cours d'eau.

A la base du remplissage, on retrouve des témoins, dans les zones les plus profondes, d'un banc d'argile tourbeuse ancienne, souvent érodée, témoignant de l'existence d'un niveau de base préexistant.

## II. — *ANALYSE DES SONDAGES*

### 1. Sondages de la chaussée neuve a saint-joachim

La coupe donnée (figure 1 A) à la suite des sondages réalisés en 1955 par la Société Béarnaise, montre l'infléchissement jusqu'à moins 18 mètres de la surface du socle. A ce niveau, où le remplissage est maximum, on note de bas en haut : le socle peu altéré, un niveau de galets et sables roulés (2 à 3 m), surmonté çà et là par une assise d'argile noire à végétaux, irrégulière (1 à 2 m), puis une formation sableuse argileuse surmontée par un niveau coquillier (*Cardium*) signalé, par ailleurs, à Besné par

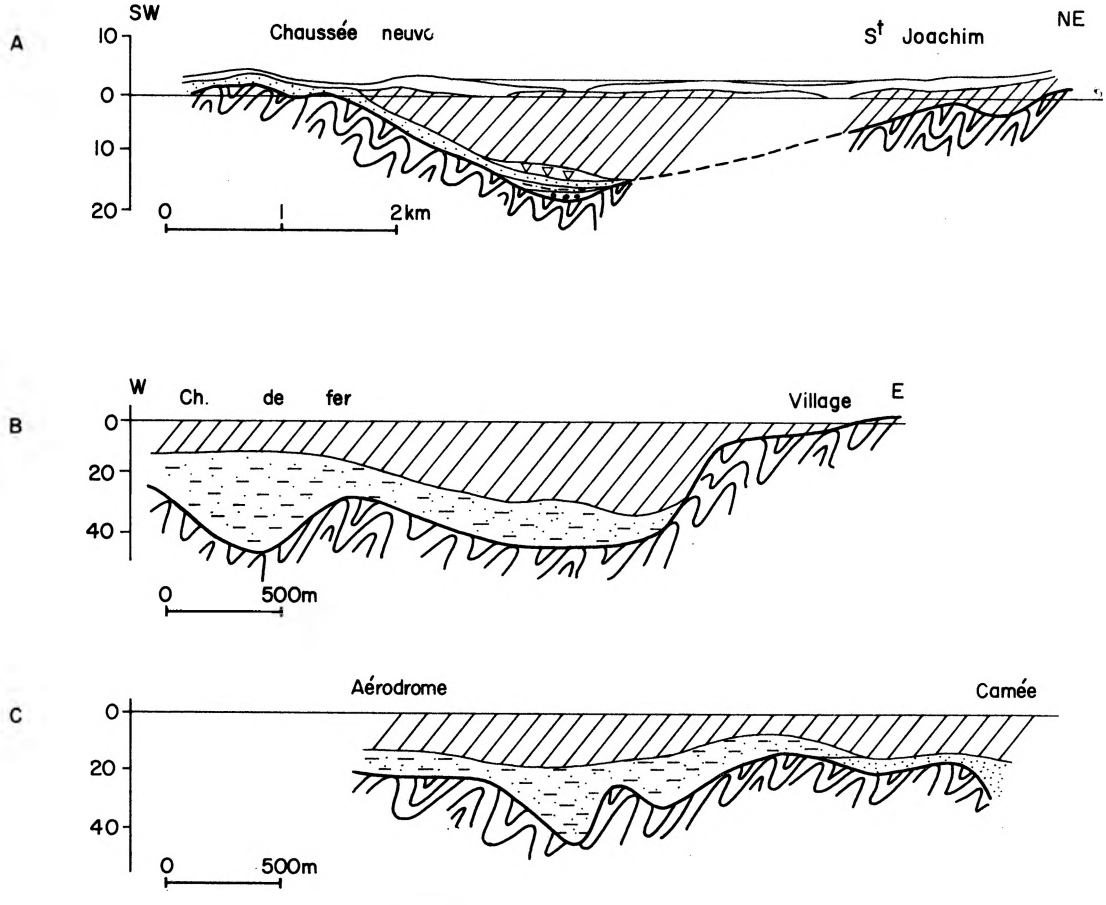



Fig. 1. — Diverses coupes montrant la configuration

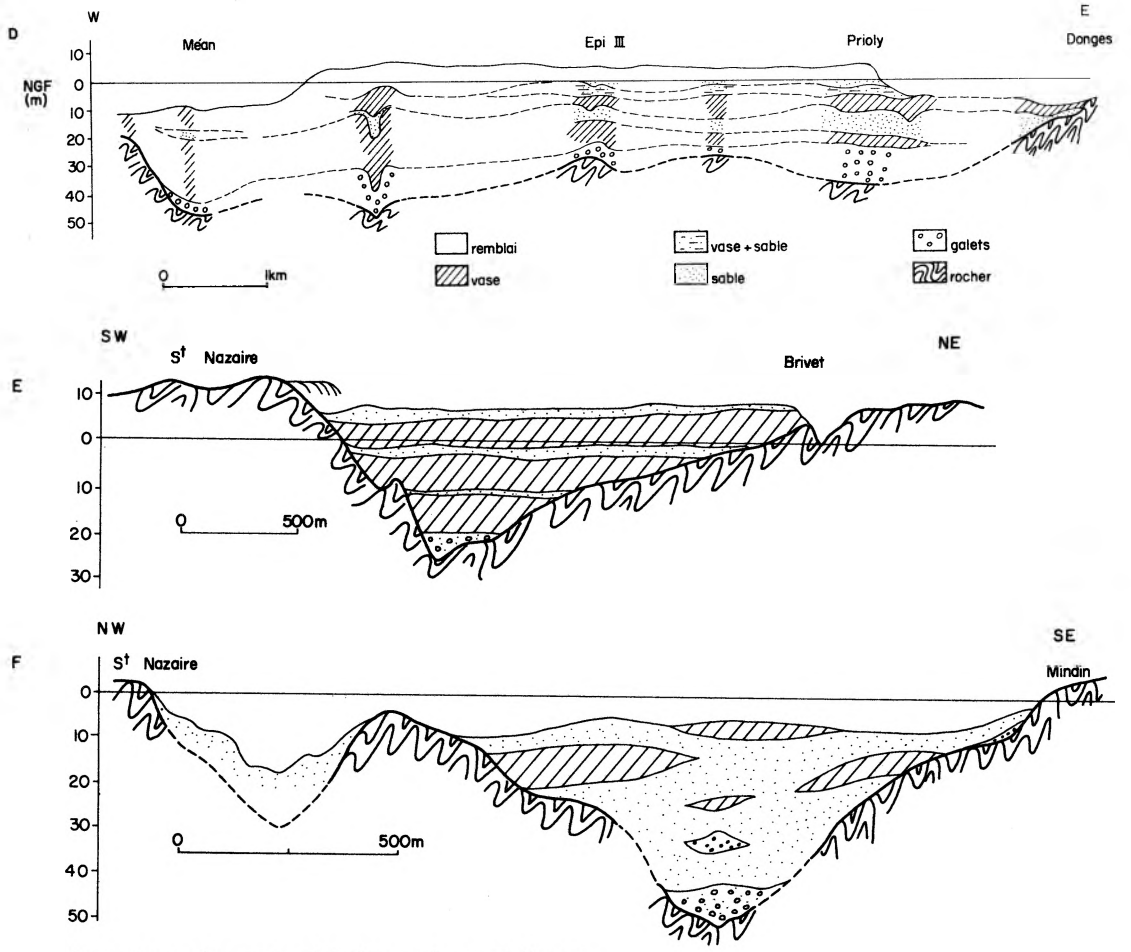
Barrois à la cote moins 21 mètres. Ensuite, une forte épaisseur (10 mètres environ) d'argile bleue flandrienne et enfin la tourbe (1 à 2 mètres). Entre argile bleue et tourbe s'intercale, localement, un horizon irrégulier d'argile sableuse grise pouvant atteindre deux mètres d'épaisseur et surtout présent dans la partie orientale de la coupe.

### 2. Bordure méridionale de la brière

*Coupes de Montoir - Trignac et Méan-Donges* (fig. 1 B, C, D)

Deux coupes rassemblent les informations recueillies lors des sondages de 1945 dans la *région de Montoir* pour l'établissement de l'aérodrome. Elles sont assez proches l'une de l'autre et dirigées à peu près Ouest-Est.

On notera l'intensification, vers le Sud, des apports de la Loire qui se manifeste dans le développement pris par les horizons sableux et vaso-sableux. Le substratum gneissique est acci-




du socle et les caractéristiques du remplissage.

denté par une vallée principale (cote inférieure à moins 40 mètres NGF) et une vallée secondaire (vers moins 30 mètres). Ces coupes ont été analysées par F. Ottmann *et al.* (1968).

Le remblaiement de base, galets, graviers et sables, atteint 3,5 mètres d'épaisseur ; par la suite nous trouvons des vases et vases silteuses grises et enfin des niveaux de vases bleues de même aspect qu'en Brière. Les débris coquilliers ne sont pas rares, signalons des accumulations coquillières plus importantes vers moins 18 mètres (Donges) avec *Cardium, Ostrea, Mytilus,* à rapprocher du même niveau signalé dans le paragraphe précédent en Brière (moins 18 mètres) et à Besné (moins 21 mètres). Une coupe allant des *vasières de Méan à Donges* montre, d'autre part, la configuration du socle et la nature du remplissage.

*Sondage A 1 de Montoir* (fig. 2)

Nous avons étudié un sondage continu réalisé sur l'Epi III (sondage A 1). Par comparaison avec les sondages faits en Loire (et en particulier pour le pont Pirmil II), ce sondage a traversé une plus grande épaisseur d'alluvions très récentes (— 4 500 ans). Les études minéralogiques entreprises confirment le caractère récent des dépôts.

Il s'agit de dépôts estuariens marqués par quelques venues marines liées aux oscillations climatiques (pseudo-transgression de Nalivkin 1956).

*Analyse.* — La majeure partie du profil montre une sédimentation rythmique très récente et fort comparable à celle décrite par Kerviller (1877) à Penhoët. Il s'agit là essentiellement de faciès estuariens, périodiquement troublés, soit par des passées marines, soit par des apports détritiques de crues (quelques-unes d'une importance exceptionnelle, si l'on en juge par le diamètre moyen des graviers). Nous avons là, indéniablement, des sédiments d'origine mixte, où dominent cependant ceux apportés par la Loire et marquant un colmatage latéral rapide (environ 7 000 à 8 000 ans si l'on applique le taux moyen de sédimentation de 0,37 centimètres par siècle déterminé par Kerviller à Penhoët). Par contre, à la base, ces sédiments, sur plusieurs mètres, paraissent beaucoup plus anciens. On y décèle en outre trois interruptions majeures de sédimentation avec de haut en bas :

— Un premier ensemble formé de sables roux-chamois à lentilles de grès blanc et de cailloutis éolisés à leur base. Les recherches de microfossiles (J.-P. Margerel) y ont été négatives ; les études palynologiques sont en cours. Il serait donc difficile, pour l'instant, de dater ces sables et grès azoïques. Cependant, leurs caractères morphoscopiques, granulométriques et minéralogiques semblent s'accorder avec les faciès comparables de Nort-sur-Erdre (S. Durand - Wang Thei Liang) et autoriseraient donc l'attribution d'un âge *Pliocène.* Les sondages du Bas-Bergon, en Missillac, ont néanmoins révélé des faciès détritiques comparables au *Lutétien.*

— Le sable glauconieux avec galets de grès verts, que nous trouvons ensuite, pourrait résulter d'un remaniement d'assises cénomaniennes avec faible transport des galets. Les grès verts sont très friables.

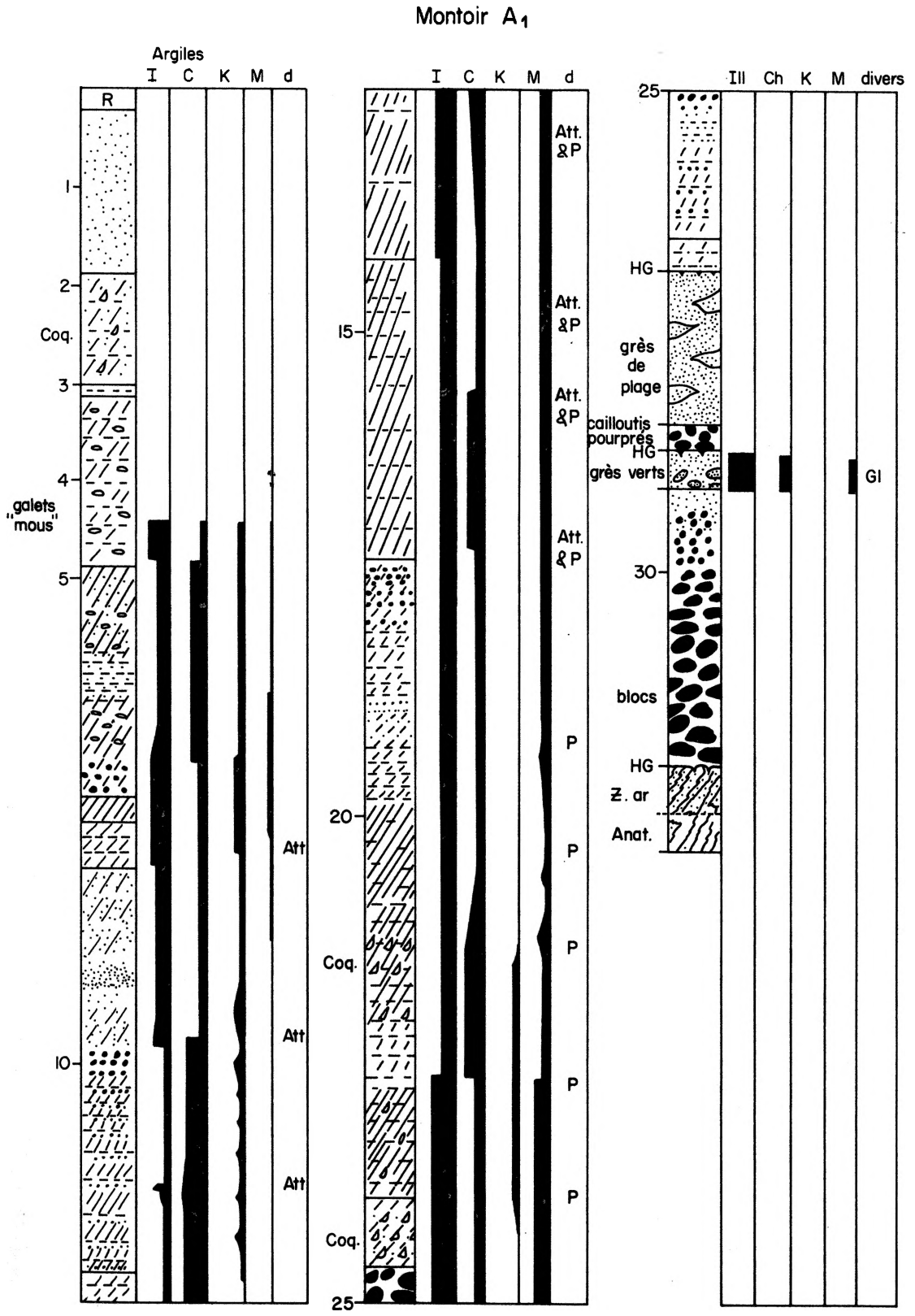



Fig. 2. — Caractères sédimentologiques du sondage de Montoir.

Le processus serait très comparable à celui décrit par M. TERS et S. DURAND dans la région de Noirmoutier et la Sennetière.

D'autre part, on sait (BARROIS, FERRONNIÈRE, DURAND) que dans la région de Savenay se trouvent de nombreux affleurements de Cénomanien remaniés. Le problème qui reste à résoudre concerne la datation de ces remaniements, datation très aléatoire en raison du peu d'indications que nous possédons encore.

— Sous ce niveau, nous trouvons trois mètres d'un sédiment clastique, qui s'enrichit très rapidement en gros galets roulés, formés de roches diverses (silex, quartz, grès éocènes lustrés y sont très abondants).

Ces galets sont encroûtés par des algues calcaires. Ce caractère et leur façonnement impliquent une origine marine. Là encore, la datation de ce niveau est pour l'instant impossible. Tout au plus pouvons-nous souligner l'intérêt de ce cordon littoral ancien (Pliocène ?) situé vers moins 30 mètres NGF.

*Minéralogie*

L'étude des minéraux argileux révèle, pour toute la partie supérieure du remplissage, la présence d'une association Illite-Chlorite dominante, avec Kaolinite subordonnée. En outre, la Montmorillonite, pratiquement absente dans la partie superficielle (0 à moins 10 mètres), augmente en profondeur. De plus, nous avons pu déceler la présence d'attapulgite abondante vers moins 11 mètres, présente en faible quantité jusqu'à moins 15 mètres, et de pyrophyllite (moins 16 à moins 26 mètres).

Ces observations confirment nos études sur les sondages de Cordemais et dans l'estuaire de la Loire où nous avons signalé l'attapulgite, ainsi que la pyrophyllite, entre moins 4 et moins 11 mètres (L. BARBAROUX, 1969).

### *Carotte C II — Estuaire entre Saint-Nazaire et Mindin*

L'étude, très avancée, de la carotte C II, prélevée dans l'axe de la paléo-Loire entre Saint-Nazaire et Mindin, confirme les résultats obtenus sur la partie supérieure de la carotte A 1. Dans le sondage C II, en effet, la base du remplissage (moins 44 mètres CM (1), à moins 25 mètres CM) relève de la période Atlantique. Le cortège de minéraux lourds (études de S. DUPLAIX) est exotique et transporté par la Loire, alors que pour la nappe détritique ancienne (base de A 1), le cortège est très influencé par le contexte armoricain local et montre bien le grand surcreusement qui a préludé à la transgression flandrienne sur la région. Nous ne nous étendrons pas sur la description et l'analyse de cette carotte qui fera l'objet d'une publication séparée détaillée. Quelques faits saillants peuvent cependant être signalés :

— d'après les travaux de L. VISSET (palynologie), nous avons obtenu les subdivisions stratigraphiques suivantes :
  — moins 17 à moins 25 mètres : *Sub Boréal*
  — moins 25 à moins 44 mètres : *Atlantique*

— l'apparition des céréales, liée à la déforestation (moins 1 700 à moins 2 000 ans BP (2)), se situe vers moins 17 mètres CM.

(1) CM = Cote Marine, le zéro est au niveau des plus basses mers.
(2) BP = Before Present, datation comptée à partir de notre époque.

— les datations au C 14 (S. DELIBRIAS) donnent pour la base, 6 300 ans BP. Le Sub Boréal est daté d'environ moins 4 500 ans BP.

— les données sédimentologiques et géochimiques mettent en évidence deux poussées fluviales importantes à caractère régressif, l'une vers moins 10 mètres (post Dunkerquien), l'autre vers moins 25 mètres (Sub Boréal final, Bronze ancien, moins 3 000 BP environ). Cette dernière se marque par des sédiments à caractère lagunaire, avec attapulgite (L. BARBAROUX, 1969) et fortes concentrations en sulfates dans les eaux interstitielles.

Il semble donc que l'optimum Atlantique ait été contemporain (de — 6 300 ans à — 4 500 ans) d'une forte avancée marine qui a culminé vers — 4 500 ans avec l'envahissement de la Brière. Le niveau moins 25 mètres de la C II serait donc à paralléliser avec le niveau plus deux mètres de la Butte aux Pierres en plein cœur de la Brière. Cette transgression a provoqué l'anéantissement de la forêt (mortas), et a chassé les premiers occupants connus de la Butte-aux-Pierres. La régression qui a suivi peu après, a amené une nouvelle occupation en Brière ; puis une avancée plus récente de la mer au Dunkerquien a, à nouveau, chassé l'homme de cet habitat.

*Coupe de Saint-Nazaire à Mindin*

Entre Saint-Nazaire et Mindin (figure 1 F), la coupe montre parfaitement l'importance du creusement de la paléo-Loire (moins 60 mètres environ) et l'existence d'une vallée (prolongement de celle de Penhoët) entre Basse-Nazaire et Saint-Nazaire ; elle donne ainsi le niveau de base des paléolits drainant la Brière. Le remplissage est constitué de galets et graviers à la base et d'une accumulation de sables plus ou moins vaseux au sein desquels s'intercalent d'importantes lentilles de vase noire compacte (« jalle ») surtout développée dans la nappe détritique supérieure (moins 20 mètres et au-dessus). A partir de là, il est frappant de constater que la topographie enfouie est très accidentée, de nombreux pointements rocheux ont été décelés par des études géophysiques (dont un à moins 2,7 mètres NGF). Le thalweg principal qui apparaît sur les coupes est celui de Trignac, il passe entre Montoir et Gron, puis sous l'aérodrome et se dirige ensuite vers la zone de l'Epi III ; c'est l'exutoire du centre de la Brière. Un autre thalweg draine l'ensemble oriental, il se situe entre la Coroie-Camée (près de Montoir) et la butte de la Barillais pour converger avec le précédent vers la Loire au niveau de l'Epi III. Deux autres thalwegs moins importants (moins 25 mètres à moins 30 mètres) sont à signaler ; l'un apparaît sur la coupe de Saint-Nazaire à Méan et se situe sous le bassin de Penhoët (KERVILLER, 1877). Il a été attribué, à tort, au paléo-Brivet, il semble en fait être un exutoire secondaire de la Brière occidentale. A l'opposé, sous l'actuel ruisseau de Priory, on trouve également (par géophysique) un petit tributaire de la Loire.

*Région de Penhoët* (fig. 1 E)

Les travaux entrepris lors du creusement du bassin de Penhoët ont été suivis par R. KERVILLER, Ingénieur du port de

Saint-Nazaire. Ce dernier, véritable précurseur, nous a laissé un important mémoire résumant ses observations.

Les faits saillants de cette étude sont : la découverte d'un paléolit d'un affluent de la Loire par moins 27 mètres NGF, comblé par des sédiments dont la partie supérieure est datée par des objets archéologiques.

KERVILLER observe de plus, que la vase présente un fin litage souligné par des niveaux sableux ou coquilliers. Il note une certaine périodicité : les lits coquilliers se présentent tous les dix ou vingt centimètres, encadrés de petits lits sableux (épaisseur un à dix centimètres) ; à plus grande échelle, il signale 2,50 mètres d'épaisseur de vase varvée, entre deux niveaux sableux importants (à la cote — 1,50 mètre NGF). Dès 1877, précédant DE GEER, KERVILLER découvre ce qu'il appellera le « chronomètre géologique » : « Je fus très frappé en arrivant à cette muraille géologique, de remarquer qu'elle n'était plus lisse et homogène... et qu'elle présentait des traces évidentes de stratifications régulières et très rapprochées... La stratification ainsi obtenue nous donnait une image représentant, d'une manière saisissante, la marche progressive des alluvions... Nous étions en un mot en présence de ce *chronomètre préhistorique*... ». Les couches horizontales se succèdent régulièrement de trois en trois de la manière suivante : sable, argile, débris végétaux. KERVILLER conclut que les débris végétaux indiquent le dépôt annuel de l'automne, ainsi qu'il est aisé de le vérifier encore actuellement dans les apports fluviaux, l'ensemble de trois couches : sable, vase, débris végétaux, nous donne un dépôt total annuel ; le sable ayant été déposé pendant l'hiver. Les dépôts graveleux plus considérables, échelonnés à distance variable, correspondant à des crues exceptionnelles ou à des tempêtes continues.

Dans ces conditions, le taux de sédimentation dans le bassin de Penhoët peut être évalué à 37 centimètres par siècle, ce qui est confirmé par la position des couches datées (lit sableux de moins un mètre NGF, daté par un bronze de Tétricus ; le remplissage sur six mètres de vase correspond à 1 600 ans, soit 37 centimètres par siècle).

Ce taux de sédimentation est considérable, il traduit une grande activité de la Loire dans le colmatage latéral des dépressions fermées, ainsi que le *caractère très récent* de l'*alluvionnement* dans le bassin de la Loire. Ce fait est également patent en Brière ; la couche de tourbe (deux mètres d'épaisseur) s'est installée il y a 4 500 ans environ, sur l'argile verte flandrienne qui a commencé à se déposer il y a un peu moins de 8 000 ans, colmatant petit à petit le fond des vallées.

Enfin, dans la *région nord-ouest de Trignac,* peu après le lieu-dit Bel-Air, sur le canal de Trignac, un sondage a permis de localiser le déversoir principal du bassin occidental de Brière vers moins 30 mètres. Cela montre la pente assez prononcée de celui-ci lors du raccordement à la paléo-Loire et exclut le raccordement du paléo-Brivet à Penhoët.

La coupe établie de haut en bas s'ordonne ainsi (cotes NGF) :

\+ 6 mètres Sable
\+ 5 mètres Vase
— 1 mètre Vase (couche gallo-romaine)
— 4 mètres Vase varvée (couche de l'âge de Bronze)

— 14 mètres Sable gris
— 15 mètres Vase
— 20 mètres Graviers - galets
— 27 mètres Roche.

*La région de Méan* (fig. 3-4)

Cette région se présente comme un jalon entre la Brière et le domaine de la Loire. C'est ici que s'articulent les intrications de phénomènes qui ont lié ces deux zones dans le cours de leur histoire géologique.

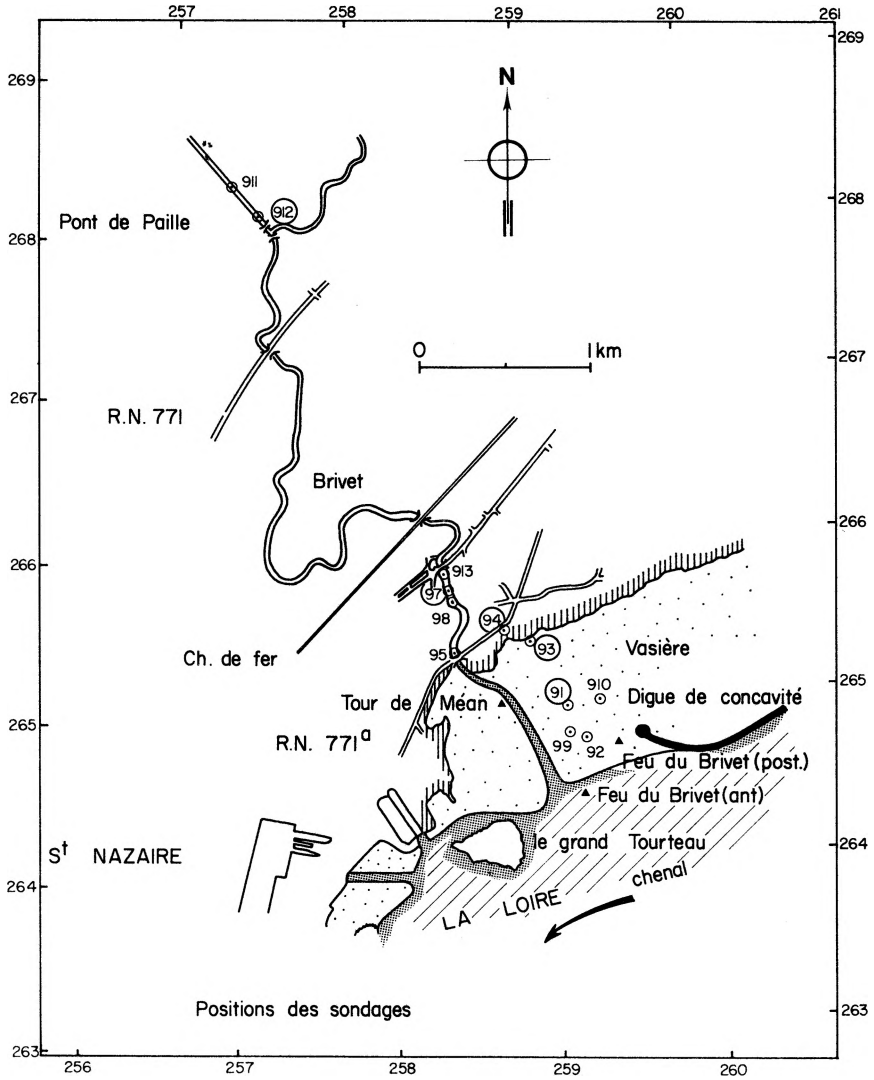



Fig. 3. — Les sondages autour de Méan.

De nombreuses carottes ont été étudiées dans ce secteur particulièrement intéressant (L. Barbaroux *et al.*, 1969). La carotte S. 912 (Pont-de-Paille près de Trignac) a livré un niveau coquillier (huîtres) entre moins 4,00 et moins 4,80 mètres (NGF). La datation au C 14 (G. Delibrias), 5 250 ± 150 ans BP, donne une correspondance avec l'envahissement marin de la Brière (moins 4 500 ans BP environ). Le décalage de quelques siècles correspond au décalage altimétrique (Butte-aux-Pierres, plus 1,30 NGF, mortas de Brière moins 2 à moins 3 NGF) et géographique (dix kilomètres entre la Butte-aux-Pierres et Méan) dans la progression de la transgression vers l'intérieur.

*Description à vue, logs* (fig. 4)

Les carottes étudiées présentent des alternances vases - sables quelquefois rapprochées, cycliques. Il n'y a généralement pas de niveaux très grossiers (excepté base 94 et base 91).

La carotte 912 est la moins homogène : sur la roche altérée de base, s'est déposé un niveau argileux riche en végétaux, renfermant quelques débris coquilliers. A ce niveau fait suite une argile bleue coquillière (4 à 5 mètres), puis une argile bleue azoïque et enfin se succèdent vase noire et vase brune de marais, riches en débris végétaux. La carotte 94 est comparable à celle-ci, toutefois, le niveau coquillier se situe vers moins deux mètres et à la base de la carotte apparaissent des graviers.

A l'opposé, la carotte 91 est beaucoup plus homogène ; il s'agit d'une argile gris-noir plus ou moins riche en lits sableux et à passées coquillières irrégulières. Seuls les niveaux supérieurs (vase brune) présentent quelque analogie avec les niveaux homologues des autres carottes.

Les carottes 93 et 97, relativement courtes, sont néanmoins intéressantes par leur implantation. Ainsi, la carotte 97 présente des apports détritiques

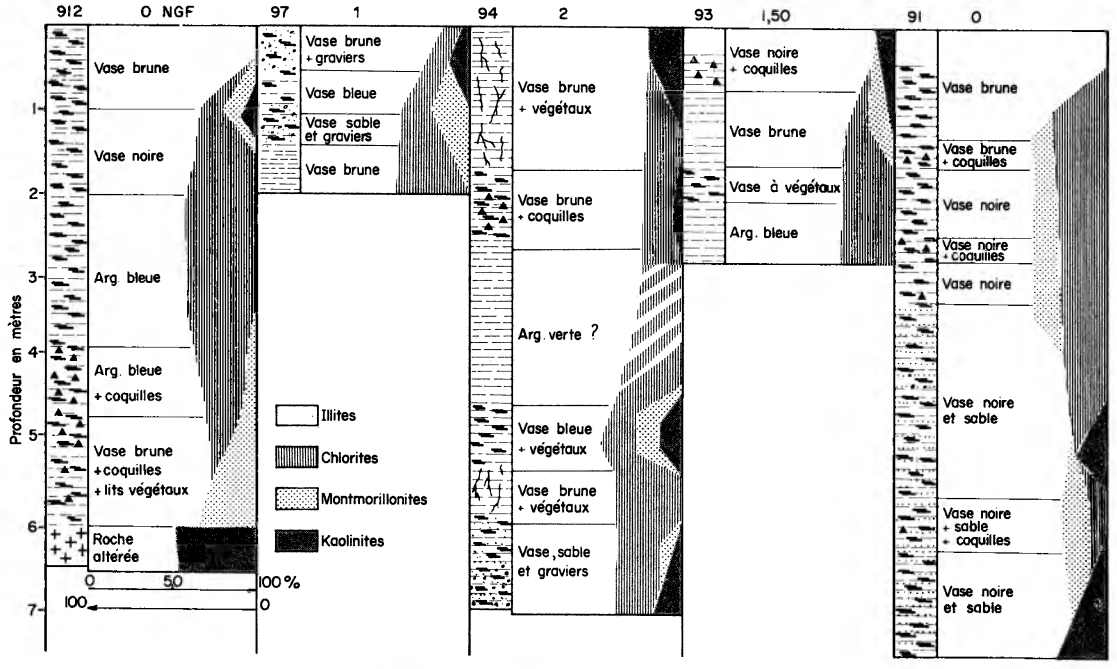



Fig. 4. — Sédimentologie des carottes de Méan.

grossiers accidentels au sein d'une argile bleue ; ce niveau surmonte une argile brune compacte. La carotte 93 présente un aspect inverse ; argile sombre sur argile bleue.

Compte tenu des cotes NGF de carottage, le niveau d'argile bleue (homologue de celle de Brière) paraît se situer :

— d'amont : S 912 moins deux mètres (toit)
moins cinq mètres (mur)

— en aval : S 94 moins 2,50 mètres (toit)
moins 4,50 mètres (mur)
S 93 moins deux mètres (toit)

Il disparaît dans le sondage 91.

*Interprétation*

Dans tous les cas, la zone superficielle relève de dépôts marécageux récents, fins, filtrés par la végétation et renfermant d'ailleurs des débris végétaux abondants. Cela correspond à la zone oxydée déjà étudiée par nous à Cordemais. La zone médiane représente pour 912, 94, 93 une argile bleue fluvio-marine (dépôts de décantation en zone calme).

*La base est variable :*

— dépôts marécageux (912)

— succession faciès estuarien, niveau marécageux détritique (94)

— plus d'homogénéité pour S 91 par rapport aux autres carottes (permanence du milieu estuarien).

Des études granulométriques, il ressort que l'influence des apports de la Loire s'amortit assez rapidement vers l'intérieur, ce qui semble indiquer l'existence d'un seuil (cordon ancien, haut-fond), parallèle à la Loire, entre Montoir et Méan. Le rôle filtrant de la végétation apparaît ; ainsi, à chaque niveau riche en végétaux correspond un faible pourcentage de fraction grossière et des médianes faibles. La carotte 912 indique un milieu en évolution continue ; sur le substratum s'installe un dépôt calme (végétaux) auquel succède un épisode turbulent à influences marines, puis une évolution lente par décantation vers le marais actuel.

La carotte 94 semble constituer un cas spécial, localisé dans une sorte de domaine marginal isolé des turbulences, probablement à l'abri d'un petit cordon secondaire édifié en bordure du Brivet. En effet, après un niveau très détritique de base, il n'y a pas de variations importantes dans la granulométrie et le degré d'évolution des sédiments.

S 93 montre un apport brutal accidentel, de fraction grossière (crue exceptionnelle ?) à sa base.

La carotte 91 montre quant à elle, un régime estuarien typique avec les alternances très fines de lits grossiers et de lits vaseux. L'influence directe de la Loire est manifeste, entrecoupée d'épisodes plus « marins » ou plus « continentaux ». L'amplitude de ces oscillations est assez faible. L'évolution actuelle, derrière la digue de Donges - Montoir (appuyée sur un cordon) est au comblement en milieu marécageux. En bref, zone d'interpénétration de faciès, en évolution, liée à l'influence de la Loire estuarienne (taux de sédimentation, influence clastique, homogénéisation).

— *Minéralogie des argiles*

Les observations générales que l'on peut faire concernent la cristallinité. L'amélioration est surtout perceptible dans la carotte 912, à partir de 1,80 mètre de profondeur ; elle n'apparaît pas dans la carotte 91 qui est presque exclusivement alimentée par la Loire, avec des argiles détritiques très dégradées.

L'étude minéralogique des argiles et surtout l'étude aux rayons X, semblent indiquer que les carottes situées sur une frange côtière soumise aux oscillations les plus fréquentes, tant des marées que de la nappe phréatique, sont les plus affectées. Les argiles de ces carottes sont très dégradées, mal définies ; la phase colloïdale y est très abondante (S 94).

Par contre, les sédiments situés en milieu continental (S 912, S 97) et même franchement estuarien (S 91) ont des argiles moins dégradées.

Nous retrouvons l'influence homogénéisante de la Loire, depuis les niveaux bien tranchés de S 912 aux faciès homogènes de S 91 en passant par les carottes intermédiaires. Les minéraux à 14 A paraissent de plus en plus dégradés en milieu estuarien. Cette homogénéisation ressort dans d'autres domaines.

Les apports détritiques se répercutent immédiatement sur les faciès phylliteux (l'illite et la chlorite s'associent aux poussières de quartz).

Les niveaux remarquables (et ils le sont également du point de vue chimique et mécanique) sont :

— moins 80, moins 100 centimètres (S 93 et S 97)

— moins 250, moins 260 centimètres (S 94).

Ces niveaux correspondent au zéro NGF, au même titre que les niveaux de surface de S 912 et S 91, ils présentent surtout des phyllites résistantes (illite et kaolinite).

— Les niveaux de base : 495-500 centimètres (S 912-94) et 550-600 centimètres (S 91) qui suivent la nappe détritique se caractérisent par une brève, mais significative présence de montmorillonite (influence marine).

— Le log établi pour chaque carotte représente approximativement l'estimation d'après l'aire des pics, l'évolution des teneurs en phyllite, se caractérise par deux familles :

et
Illite-chlorite-montmorillonite
Illite-chlorite-kaolinite

S 94 est intermédiaire entre ces deux familles ; il y a hybridation et surtout aux dépens de la montmorillonite.

S 91 : une seule famille à illite-chlorite-montmorillonite avec tendance à la diminution de la kaolinite.

Si nous comparons avec les résultats obtenus à la Butte-aux-Pierres et sur les niveaux arénisés de la bordure ouest du bassin briéron, nous observons une filiation assez nette (fig. 5). A partir des arènes, il y a eu sans doute apport récent sans alluvion dans la zone briéronne (A), le faciès détritique de base de S 912 (D2) participe, ainsi que les niveaux de S 94 (C) de cette évolution. Les alluvions de base de la Butte-aux-Pierres (B) sont le résultat d'un mélange entre D2 et D1 : donc d'apports d'éléments fins du même type que ceux de Montoir. D1, zone supérieure de S 912, subit une influence marine et se rapproche des faciès estuariens (E).

## *Commentaires généraux sur la zone de Méan*

Les carottes de Méan, par leurs caractères, confirment la pénétration progressive, à une période récente de l'influence marine en Brière. Outre les niveaux coquilliers, les caractères granulométriques et minéralogiques des dépôts en témoignent.

La suite du remplissage témoigne du retour progressif à un milieu palustre, dessalé, tel que nous le connaissons actuellement, en équilibre. Elles confirment l'origine de l'invasion marine de la

dépression, à partir de la zone de Montoir, le long du système de paléovallées réactivées, décrite par ailleurs dans cet article.

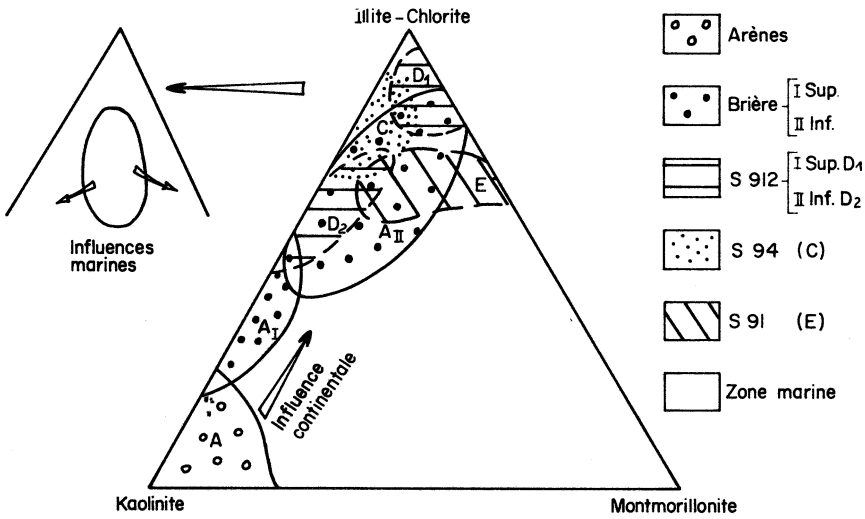



Fig. 5. — Argiles - Comparaison des stocks.

### 3. Bordure orientale de Brière

*Sondage du Bas-Bergon*

Réalisés sous les auspices du Génie Rural en 1955, les huit sondages du Bas-Bergon en Missillac ont été entrepris dans un but de recherche d'eau. Ils ont permis de carotter du Lutétien en place, homologue de celui de la Chapelle-des-Marais et de Saint-Lyphard, relique des dépôts éocènes de Brière et jalon vers le bassin tertiaire de Campbon. A l'exception des sondages n° 2 et 3 où environ cinq mètres de dépôts récents, essentiellement argileux ont été signalés, tous les autres sondages ont pénétré, sous 60 centimètres de terre végétale, directement dans les formations éocènes.

### 4. Sondages sur la bordure ouest de la grande Brière

Nous avons effectué une campagne de sondages en 1967 sur tout le pourtour ouest de la dépression (avec la collaboration de R. Brossé). Les résultats sont les suivants :

*Région de Saint-Lyphard et des Marais de Mesquer* (fig. 6)

Entre le bourg de Saint-Lyphard à l'Est et le fond des Marais de Mesquer à l'Ouest, une succession de sondages a été pratiquée. Ces profils présentent un grand intérêt ; ils montrent un dépôt alluvial ancien, non négligeable (1,40 mètre à 4 mètres d'épaisseur) sous un voile d'alluvions très récentes. Dans cette zone où la morphologie révèle un ancien cours d'eau comblé (cote infé-

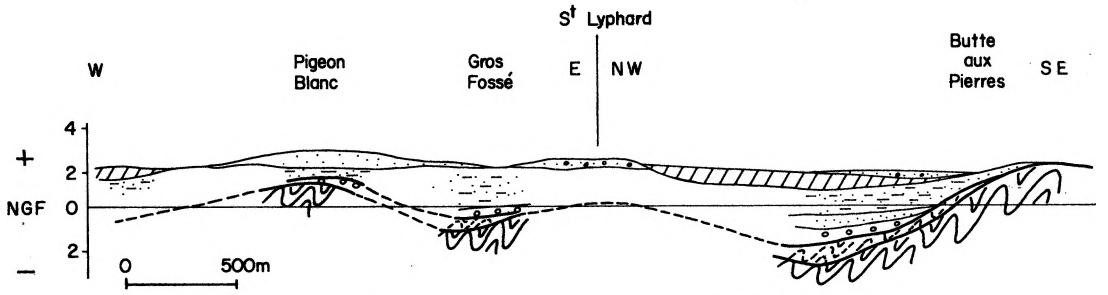



Fig. 6. — Région de Saint-Lyphard.

rieure à plus 5 mètres NGF), il a dû exister une communication entre la Brière et le marais de Mesquer et, par là, vers la mer, lors de l'épisode dunkerquien. Des traces d'anciens canaux sont d'ailleurs visibles dans la région.

— *Au lieu dit les Gros Fossés,* nous avons obtenu les deux coupes suivantes :

a) cailloutis pourprés et argile : épaisseur 20 centimètres
argile gris-bleu à kaolinite, illite, chlorite : épaisseur 1 mètre
argile grise à illite, kaolinite, montmorillonite, galets bien roulés et blocs : épaisseur 1 mètre

cote NGF : + 2 mètres sommet
— 0,20 mètre base

b) cailloutis pourprés : épaisseur 15 centimètres
sable roux : épaisseur 30 centimètres
sable argileux gris : épaisseur 50 centimètres
argile gris-bleu : épaisseur 1,50 mètre
argile grise : épaisseur 2 mètres

cote NGF : + 3 mètres sommet
— 1 mètre base

— *Plus à l'Est,* un puits récemment creusé a permis de relever une troisième coupe :

c) cailloutis pourprés : épaisseur 20 centimètres
argile grise à lits végétaux : épaisseur 5 centimètres
argile gris-bleu : épaisseur 4 mètres
arène

cote NGF : + 4 mètres sommet
— 20 centimètres base

— *Au Pigeon Blanc* (fond des marais de Mesquer), une coupe a également été faite :

sable roux : épaisseur 20 centimètres
argile sableuse : épaisseur 1,20 mètre
cailloutis bien roulés : épaisseur 20 centimètres
argile violette (identique au niveau de la Butte-aux-Pierres)

cote NGF : + 3 mètres sommet
— 1,40 mètre base

### *Rive ouest Brière*

Les sondages ont été effectués à proximité du rivage, depuis la RD 51, au niveau du Pont sur le canal du nord (Fossés-Blancs)

jusqu'à la Chaussée-Neuve (voir carte). Partout le socle a été atteint très rapidement après traversée de quelques dizaines de centimètres de dépôts divers.

— *Sondage de Piclendèche :* vase noire et argile tourbeuse brunâtre (65 centimètres), puis altération.
— *Le Mintré :* vase noire et sable argileux brun (50 centimètres), socle.
— *Les Prises du Coin* (Marlais) : cailloutis pourprés et sable sur cinquante centimètres, puis socle.
— *Port de la Belle Fontaine* (Le Guevin) : 15 centimètres de tourbe sur socle.
— *Pierre Fendue :* 15 centimètres de tourbe argileuse sur socle.
— *Le Lainé :* tourbe 10 centimètres, argile blanche 10 centimètres, granite.
— *Bréca* (station de pompage) : 30 centimètres de tourbe, puis socle.
— *Trehé - La Nouée :* même résultat.

### 5. Sondages dans le marais de brière (fig. 7)

#### *Butte-aux-Pierres*

Avec l'aimable concours de M. G. Bellancourt et grâce à son initiative, des sondages ont été pratiqués. L'un d'eux a fait l'objet d'une étude détaillée qui sera exposée par ailleurs. Il s'agit d'alluvions modernes recouvrant un dôme granitique altéré. Les alluvions sont de puissance variable, de quelques centimètres à plusieurs mètres (5,58 mètres pour S 1) ; le sondage A, étudié en détail, représente environ 3 mètres d'alluvions remaniant l'arène d'altération sous-jacente.

D'autres sondages réalisés en 1969, avec l'aide de M. Chauvelon, sur la partie sud-est de la Butte, ont confirmé l'extension de l'ossature rocheuse. L'un d'eux l'a rencontrée sous deux mètres de dépôts, un second après un mètre de pénétration.

L'intérêt de cette zone (sondage A, Butte-aux-Pierres) est tout particulier, car nous y trouvons deux occupations néolithiques successives bien datées et les dépôts sont corrélables avec ceux de la paléo-Loire, avec, bien évidemment, une condensation considérable du point de vue épaisseur (voir article de G. Bellancourt).

Le substratum est granitique, très altéré. La couche d'altération est tronquée par un dépôt alluvionnaire, lui-même remanié vers le sommet de la coupe par des dépôts plus récents. Ces données, capitales, nous permettent de paralléliser ces niveaux d'occupation terrestre de moins 4 500 ans avec un niveau marin situé vers moins 18 mètres, par rapport à l'actuel.

#### *Remarques minéralogiques générales et granulométriques*

Les fractions détritiques étudiées confirment un faible transport, elles se caractérisent par un cortège exclusivement local à grenat, rutile, anatase et monazite.

Le niveau sableux de base (sables jaunes) est rendu exceptionnel par le caractère émoussé luisant des quartz, alors que sur le reste de la coupe, le caractère non usé est dominant ; il y a là semble-t-il, témoignage d'une action hydro-dynamique plus forte, en liaison avec un très bas niveau de base dans le contexte régional.

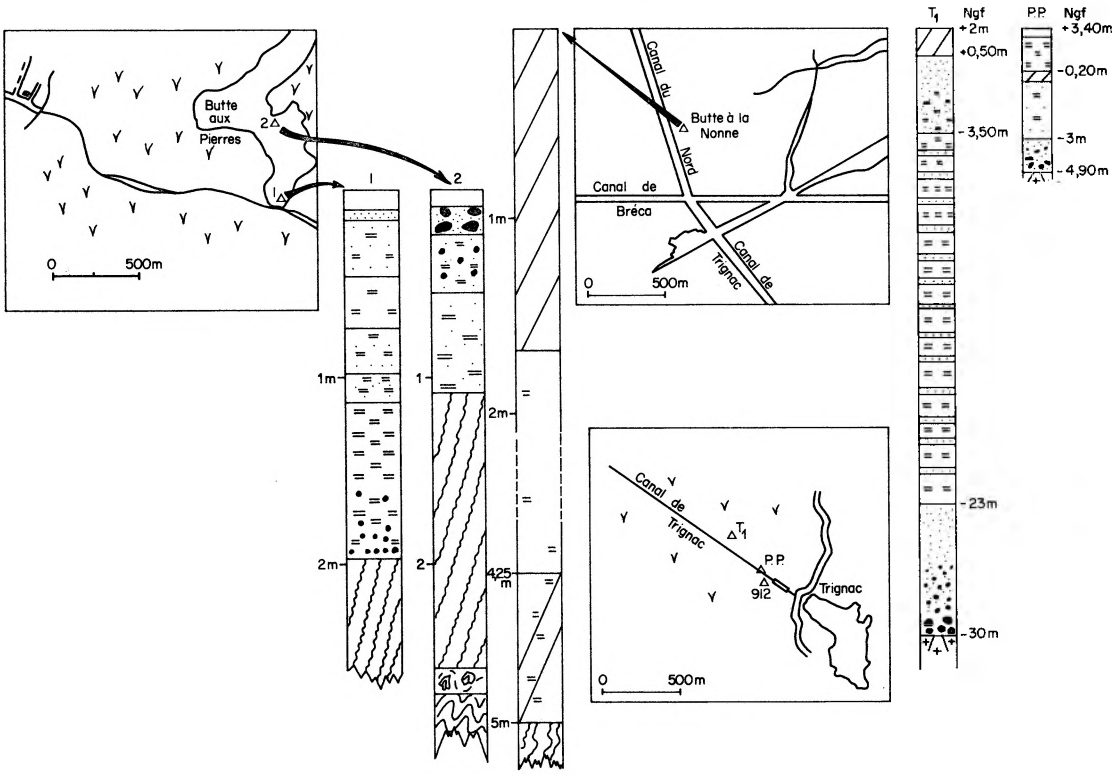



Fig. 7. — Sondages en Brière.

Les caractères granulométriques sont assez homogènes dans le contexte régional, comme cela apparaît dans la comparaison avec les courbes granulométriques d'autres sondages sur la bordure ouest du bassin (fig. 8).

Il y a là une nappe détritique qui s'est peu déplacée, triée sur place, tout au plus, par un ruissellement faible, sauf en ce qui concerne certains épisodes très localisés dans le temps. Il est utile de comparer avec l'influence prise par les apports de la Loire, vers le Sud.

*Caractères des arènes d'altération*

Les phénomènes d'altération marquent l'intervention d'une phase pédogénétique chaude (fin Tertiaire, Pliocène) non entièrement décapée lors de la régression pré-flandrienne. Cette dernière a dû respecter de larges placages et poches d'altération, et l'expulsion des matériaux d'érosion a dû, comme en Vendée littorale, être limitée à des zones de réactivation d'anciens réseaux hydrographiques pré-tertiaires. Dans les profils d'altération observés, le quartz diminue rapidement vers le sommet de ces derniers, la dissolution a ainsi été importante, la kaolinite qui apparaît généralement tôt, dès la zone de fragmentation de la roche mère, se développe associée à de l'illite (la présence de cette dernière montre que l'évolution n'a pas été à son terme) et de la gibbsite. Ces caractères permettent d'envisager un climat chaud,

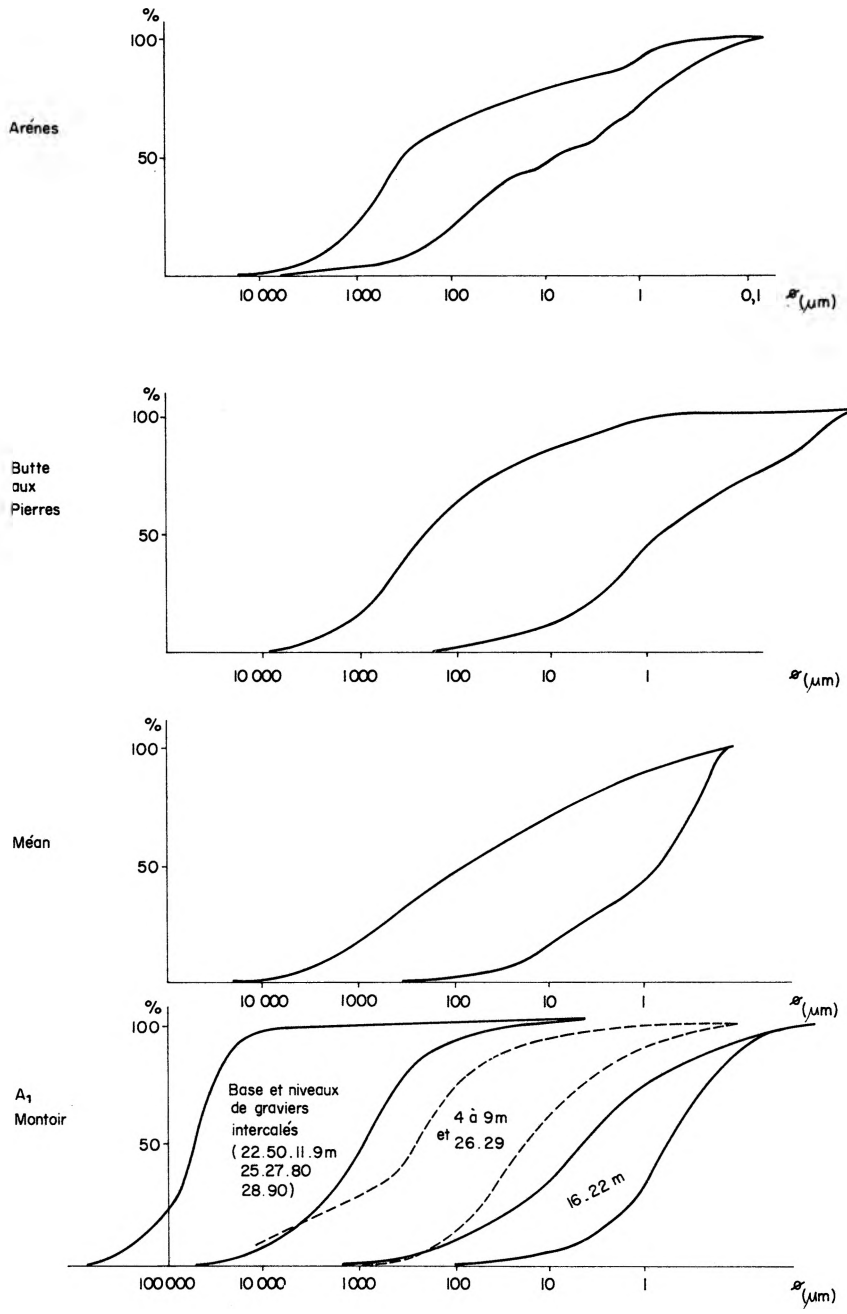



Fig. 8. — Granulométries.

tropical ou sub-tropical pour l'établissement de ces altérations. La présence de montmorillonite, assez fréquente, est également un fait à noter ; il est fort possible que le phénomène soit plus tardif et lié à des conditions géochimiques différentes ayant permis la néoformation *in situ* de ce minéral. Vingt-cinq échantillons d'altération prélevés sur la bordure du bassin briéron ont été analysés. Ils confirment la présence importante de kaolinite, quelle que soit la roche-mère concernée ; la présence d'illite et de montmorillonite, plus discrète, est à mettre en relation avec des phénomènes climatiques plus récents ayant modifié l'équilibre géochimique du dépôt. Ceci recoupe très bien les conclusions de J. Estéoule-Choux (1970) quant aux actions de types latéritiques du Paléogène, reprises par des actions climatiques tempérées au Pliocène. D'autre part, il faut rapporter aux oscillations phréatiques, dans un contexte climatique à saisons alternées, ces niveaux rubéfiés signalés tant dans les altérations que dans les dépôts susjacents ; elles sont probablement récentes bien qu'il soit prématuré de les situer dans le temps. Ces niveaux coïncident avec des coupures dans la granulométrie des profils qui ont pu guider leur établissement.

Soulignons que l'apparition précoce de la kaolinite, la ségrégation de la gœthite, l'association d'illite et d'interstratifiés donnent une zonation qui n'est pas sans rappeler les profils connus actuellement en Guyane (F. Lelong, 1964).

### *Roche-mère*

Il s'agit du granite guérandais, mésocrate à deux micas. On reconnaît au microscope : quartz, microcline, albite (An 6), muscovite, biotite, apatite. Le microcline est limpide, mais les plagioclases sont intensément séricitisés et la biotite, mordorée, est en partie chloritisée.

### *Altération*

Dans les horizons susjacents se développe une arénisation uniforme, dans laquelle on peut cependant distinguer trois étapes :

— *Arène blanche*

Elle s'étend sur quelques dizaines de centimètres au-dessus du granite. La roche, fragmentée finement, est enrobée d'argile blanche ; des grains de quartz et de microcline, libérés du granite, sont enrobés dans cette matrice argileuse. Kaolinite et gibbsite représentent l'essentiel de la fraction fine.

— *Arène grise*

A la cote — 4 m, sur une très faible épaisseur (quelques centimètres), on note la présence d'un niveau gris. Il s'agit d'un mélange d'illite gonflante, d'hydromica et de chlorite avec des minéraux interstratifiés, illite, chlorite. L'altération est plus poussée, en milieu saturé et à caractère réducteur, sans échanges verticaux notables.

— *Arène rubéfiée*

L'argile violacée et rubéfiée qui se présente ensuite sur quelques dizaines de centimètres d'épaisseur, doit être rapportée à un épisode d'altération en milieu oxydé, avec échanges ioniques importants. D'après la position actuelle de la nappe phréatique, cela ne saurait être le cas ; il faut donc faire appel ici à une phase ancienne d'altération (Pliocène ?). Ce niveau est riche en argiles diverses, en kaolinite, illite, montmorillonite, chlorite et interstratifiés, gibbsite et goethite y sont particulièrement abondants.

*Dépôts alluvionnaires*

Le profil d'altération précédent est assez constant dans la région, seule l'épaisseur des trois niveaux est variable. Ce profil est tronqué et raviné par des dépôts sédimentaires. Au contact, les sédiments ont un caractère tel, qu'il faut invoquer un remaniement presque sur place, plutôt qu'une érosion intense.

Les courbes granulométriques montrent, en effet, une filiation nette entre arène et base du remplissage. Un certain lessivage se manifeste, les courbes granulométriques des niveaux alluvionnaires sont déplacées vers les fractions plus grossières et mieux classées.

Les fractions fines sont bien classées et traduisent ce même phénomène, transport léger et décantation.

*Alluvions de base*

Sur trois mètres d'épaisseur (— 1,90 m à + 1,30 m NGF) on trouve des argiles micacées, silteuses, avec nombreux lits végétaux fins ; des lits de graviers et des lentilles sableuses jaunes s'intercalent à la base. Ces lentilles sableuses ont un caractère de dépôts entrecroisés.

Vers le sommet, une surface de ravinement est jalonnée par un lit de graviers bien roulés et calibrés (0,5 - 2 centimètres). Trois principaux ensembles subdivisent ces dépôts :

a) *base* (de — 1,90 m à — 1,00 m NGF)

Trois biséquences galets-argiles silteuses à débris végétaux forment ce premier ensemble. La limite inférieure coïncide avec le niveau inférieur d'oscillation de la nappe phréatique, avec une rubéfaction intense. Le caractère réduit et saturé des dépôts se traduit par une association d'illite-montmorillonite, alors que kaolinite, halloysite et chlorite sont accessoires.

b) *zone médiane* (de — 1,00 m à + 0,50 m)

A une séquence positive sable - sable argileux - argile, succèdent trois microséquences : graviers, argiles à végétaux, puis deux séquences argiles, argiles à végétaux, et enfin un niveau d'argile, puis argile sableuse.

Les minéraux argileux sont ici : kaolinite et illite, montmorillonite et chlorite sont épisodiques. Muscovite et oxyde de fer sont abondants et augmentent vers le sommet de la zone.

c) *zone supérieure* (+ 0,50 m à + 1,30 m)

Le début de cette zone se caractérise par des dépôts rythmiques, d'argile et de lits végétaux incarbonisés, à caractère saisonnier. Ces rythmes deviennent plus amples (décimétriques) vers le sommet. Deux niveaux d'argile bleue, compacte, confirment une tendance à la stabilisation de la sédimentation en fin de séquence. Les phyllites sont généralement dégradées, l'illite est prédominante, la kaolinite mal cristallisée décroît vers le sommet ; la montmorillonite devient très accessoire, la chlorite disparaît vers 0,25 mètre. Un niveau rubéfié traduit un stationnement sans dépôt, avec induration.

Il y a là, à n'en pas douter, échanges ioniques entre le sommet des alluvions de base et les dépôts susjacents que nous allons décrire. On retrouve cependant, par-delà ces échanges, les caractères initiaux de la minéralogie des argiles. Ainsi, parallèlement au comblement du golfe, les faciès évoluent vers la dessalure. Ils sont influencés, plus tardivement, par les fluctuations phréatiques de la nappe au sein des faciès palustres.

*Alluvions récentes* (+ 1,30 m à + 2 m NGF)

Les alluvions récentes débutent, nous l'avons vu, par un niveau de graviers ravinant le sommet de la formation précédente.

Ces graviers sont suivis par des argiles devenant sableuses au sommet. L'illite et la kaolinite (mal cristallisée) dominent, ce qui traduit un apport local.

Ces niveaux marquent les périodes d'occupation néolithique de la Brière. Rappelons (article de G. BELLANCOURT) qu'une première occupation du site se situe sous 70 centimètres de dépôts (cote 1,30 NGF) et la seconde, sous 17 centimètres de dépôts (cote 1,83 NGF).

Il y a une solution de continuité entre les deux, marquée par des venues sableuses et des graviers. Si l'on admet que les mortas trouvés en place à des niveaux comparables sont sub-contemporains de la première occupation, il faut lui donner un âge compris entre moins 4 000 et moins 5 000 ans BP, et en conclure que les premiers occupants du site en ont *été chassés* par un phénomène relativement brutal, qui a détruit également la forêt dans les zones basses et qui coïncide avec *l'envahissement par la mer,* à partir de Montoir, de la dépression.

Ce phénomène n'a pu avoir lieu, semble-t-il, que par rupture d'un cordon littoral protecteur dans la même zone. Plus tard, un léger abaissement du niveau marin (avec reprise de l'érosion continentale, une veine sableuse en témoigne) a permis la deuxième occupation du site ; avant que les nouveaux occupants soient chassés à leur tour, vraisemblablement par la répétition du phénomène précédent.

*Butte à la Nonne et Butte au Paon*

— Sur la Butte à la Nonne, le sondage effectué en 1969, nous a livré, sous 1,70 mètre de tourbe, de l'argile bleue à végétaux (2,60 mètres) puis 1,75 mètre d'argile jaune et bleue, à nombreux lits végétaux, avant de trouver le socle arénisé à 5,20 mètres de profondeur.

— Sur la Butte au Paon, le sondage a pénétré sous 15 centimètres d'humus, dans le rocher arénisé à gros quartz.

*Sondage du canal du Nord*

Les sondages réalisés avec la plateforme du Laboratoire, le long du canal doivent être interprétés avec prudence étant donné l'affouillement dont ce dernier a été l'objet pour son établissement et son entretien. Du Nord au Sud, quatre carottages ont été faits (voir carte) :

— *Sondage de la Tranchée*

Le rocher a été atteint sous 50 centimètres de sable brun.

— *Sondage du canal de Camerun*

Au raccordement du canal de Camerun, nous avons carotté 7,50 mètres de vase bleue, sous laquelle le rocher a été atteint.

— *Sondage des Gros Fossés*

A l'intersection du canal du Nord et de la Curée des Gros Fossés, le carottage a pénétré 1,50 mètre d'argile, puis a buté sur du sable et le sondage n'a pu être poursuivi.

— *Sondage de la Piarde de Julot*

Au raccordement de la Petite Curée, qui mène à la Piarde de Julot, nous avons obtenu un résultat similaire au précédent. En tout état de cause, dans les deux cas, il s'agit de savoir si nous sommes en présence d'un horizon sableux intercalé dans les argiles bleues ou, ce qui est probable, si cet horizon de sable n'est pas lié à la présence proche du rocher.

## III. — *ANALYSE MORPHOLOGIQUE DE LA GRANDE BRIERE*

Nous pouvons tracer une carte provisoire du toit du rocher, essentiellement revisable en fonction des renseignements supplémentaires qui seront recueillis lors de la poursuite de nos recherches.

Un bloc diagramme provisoire est présenté (fig. 9) ainsi que les coupes sériées.

### *Morphologie du Bassin Briéron*

La morphologie de surface est remarquablement peu différenciée, émergent du marais quelques « îles » (voir carte). Seule ossature de quelque intérêt, la ligne rocheuse jalonnée par Saint-Malo-de-Guersac, Saint-Joachim, Camérun sépare en deux, en direction nord.est - sud.ouest, le bassin briéron, la partie située à l'ouest de cette ligne étant la plus étendue.

Les sondages réalisés et l'étude topographique (voir carte et coupe) permettent de préciser la morphologie cachée par le remplissage.

*La bordure ouest* est fermée par la présence du socle, seule la zone proche de Saint-Lyphard montre une communication possible avec la ria de Mesquer à une cote voisine du 0 NGF. Par conséquent, cette incidence morphologique est très peu marquée et, si les influences marines occidentales ont pu être guidées à certaines époques par cette voie, l'influence n'en fut pas prépondérante.

*Au nord du bassin,* il y a également fermeture et une communication avec la Vilaine (hypothèse de Barrois) semble devoir être rejetée.

*A l'est,* l'ossature décrite précédemment délimite deux bassins, au-delà de cette ossature, la bordure orientale est marquée par la présence du Sillon de Bretagne dans lequel s'ouvre une brèche, jalonné par les gisements éocènes du Bas-Bergon, et qui a pu faire communiquer la Brière avec les bassins éocènes et oligocènes de Cambon et Quilly.

*La principale ouverture du fond de golfe briéron se fait vers la Loire au niveau de Montoir.* Les deux bassins (ouest et est) sont individualisés et drainés par deux paléorivières séparées, affluentes de la paléo-Loire. L'unification de drainage par le Brivet actuel est donc tout à fait récente. Le raccordement à la paléo-Loire se fait aux environs de moins 30 mètres, les coupes et blocs diagrammes montrent bien la reconstitution paléographique de ce réseau (nécessairement approximative et basée sur le recensement des sondages existants à ce jour ; une étude géophysique fine permettrait une meilleure définition de cette topographie enfouie), Une coupe de la Chaussée-Neuve à Saint-Joachim montre l'existence dans le bassin ouest, d'une vallée à fond relativement plat descendant à moins 18 mètres sous le niveau actuel du marais.

Une dalle de calcaire éocène nous a été récemment signalée par G. Bellancourt dans la région est de Saint-Lyphard (Butte des Roches). Elle est recouverte par l'argile bleue quaternaire et descend régulièrement vers l'Ouest. On l'observe en direction du Sud jusqu'au voisinage du menhir de Pierre Fendue à 400 mètres au nord de la curée de Saint-Lyphard. Elle ne s'étend pas vers l'Est au-delà de la Butte aux Guides.

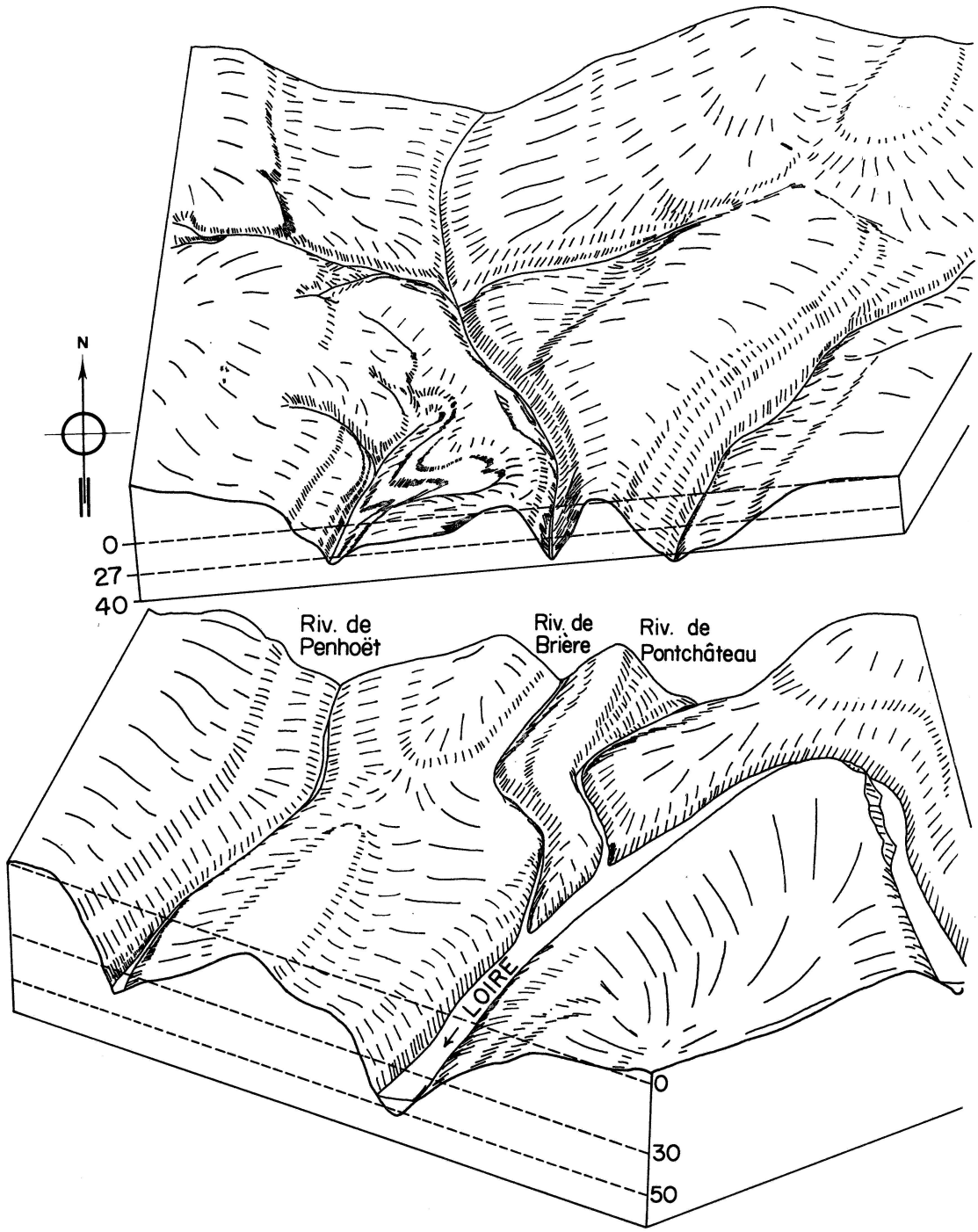



Fig. 9. — Blocs diagrammes.

*Morphologie des régions circumvoisines* (voir coupes fig. 10)

*Haut niveau de 60 mètres*

Ce niveau est marqué seulement à l'Est dans le Sillon de Bretagne qui a dû constituer un rivage en falaise à diverses époques (Cénomanien, Eocène (?), Quaternaire). On retrouve cet aplanissement près de Campbon et dans la région de Guérande. Corrélativement, l'embouchure de la Loire correspondant à ce rivage se trouvait un peu en amont de Nantes et la zone briéronne était marine. Signalons que le niveau de 80-100 mètres, bien représenté en Vendée (M. TERS), n'est ici que relique.

*Niveau moyen de 30-35 mètres*

La ligne de rivage correspondant à cet aplanissement frangeait le bord sud-ouest du coteau de Guérande (Kramaguen) et le relief descendait en pente douce vers la Brière (région d'Assérac). On a pu déceler la présence de dépôts au pied de ce coteau. On retrouve le même niveau à Sainte-Reine, Missillac, Drefféac et dans le Bassin de Campbon. On retrouve des traces de cet aplanissement vers le Petit-Gavy, près de Saint-Nazaire.

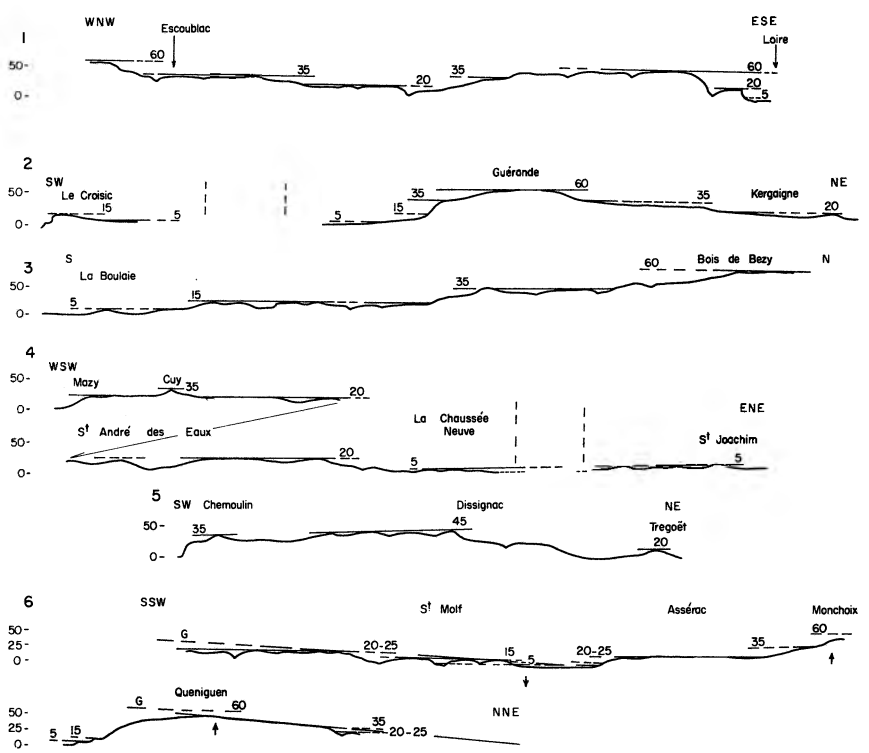



Fig. 10. — Profils morphologiques.

A la même cote on peut jalonner vers le Sud, la présence de trois îles dans le pays de Retz, la principale étant celle de Rouans à Saint-Michel-Chef-Chef. Le rivage nord de cette île est marquée, comme à Guérande, par une falaise morte avec dépôts à La Sicaudais.

Les îles étaient séparées par trois dépressions faisant communiquer la mer avec le lac de Grand-Lieu (dépressions de Boivre à Rouans, de Pornic au Bas-Tenu, dépression d'Arthon, Cheméré, Saint-Hilaire).

*Bas niveau de 15 mètres*

Signalé par la présence de cordons de cailloutis (quartz, jaspe) sur les falaises de la presqu'île du Croisic ; le rivage se situait au pied occidental du coteau de Guérande. On le retrouve sur les bords de la Boivre (Les Rochelets) et une étude de M. Ters (1968) en montre l'intérêt. Il est peut-être possible de corréler à ce niveau les sables de Haute-Perche, les sables d'Arthon, le cordon de la Bernerie et les sables de Beauvoir. Des alluvions ravinant la terrasse de 35 mètres au pied du Sillon de Bretagne sont en position identique (sablière de l'Auge) ; il en est de même sur les bordures du bassin de Campbon.

*Niveau inférieur de 5 mètres*

Il a été signalé à Casse-Cailloux, près de Batz, en bordure du Traict du Croisic, en bordure de la route de Saillé en Guérande, de la route de Pen-Bron et à la Butte du Pot, ainsi qu'à Quimiac.

Enfin, signalons les sondages de 1913, de La Baule (Service des Eaux) qui ont révélé la présence de tourbe ancienne sous les dunes bauloises.

*Remarques*

Il est à noter que le haut niveau de 200 mètres n'existe pas en Bretagne méridionale, contrairement à ce qui se passe en Bretagne septentrionale.

Comme cela apparaît à la lecture des coupes, il y a eu gauchissement récent de ces niveaux, en particulier dans la région de Pornichet, Saint-Marc, dû à l'intervention probable de mouvements néotectoniques ; une étude détaillée a permis de voir la réactivation de certaines cassures. Il est difficile de dater ces niveaux en l'état actuel des recherches, il est cependant possible de se reporter aux phénomènes analogues analysés en Vendée littorale par M. Ters et de paralléliser ainsi ces surfaces avec celles, identiques, décrites dans cette région voisine.

## IV. — *CONCLUSIONS*

Au terme de cette étude, les résultats acquis apportent un éclairage nouveau sur l'histoire géologique de la Brière.

L'histoire de la dépression a de grandes analogies avec celle du Golfe du Morbihan et du Lac de Grand-Lieu dans le contexte régional de Bretagne méridionale et de Vendée.

Cette histoire débute avec le Cénomanien dont on connaît des affleurements remaniés au pied occidental du Sillon de Bretagne. Par la suite, un emboîtement de dépôts, généralement érodés et dont il ne reste que des lambeaux, va se succéder sur la région, fossilisant parfois, réactivant souvent une topographie différenciée dont les grandes lignes ne seront que peu modifiées.

L'Ypresien de Savenay, continal, et l'Ypresien marin du Plateau du Four (L. BARBAROUX *et al.* 1971) montrent la permanence des lignes de rivages dans les environs du quadrilatère briéron.

L'avancée marine lutétienne reprend ensuite l'avantage, progressant par un système de rias et les dépôts que l'on retrouve témoignent d'un faciès marin néritique de type mollassique. Ce réseau communiquait avec le bassin de Campbon à influence lagunaire et continentale.

La régression préflandrienne (moins 110 mètres environ) a amené le déblaiement de ces vallées et le surcreusement des réseaux (cote — 50 m vers Saint-Nazaire).

La transgression flandrienne se marque par des étapes ayant des vitesses inégales. Une première étape amène la formation de terrasses alluviales anciennes (— 10 000 ans BP) vers moins 40 mètres (A 1 Montoir) ; celles-ci sont démantelées en partie, par une pause ou une régression légère avant que l'avancée ne reprennent (de — 10 000 à — 6 000 ans) vivement, accumulant au sub-atlantique, la majorité des dépôts estuariens (le rivage se plaçant entre moins 9 et moins 12 mètres) ; dès ce moment une partie de la Brière est envahie (voir bloc diagrammes), puis l'édification de cordons littoraux l'isole en lagune. La montée des eaux se poursuivant, ces digues naturelles sont franchies assez brusquement vers — 4 800 ans (rivage moins 2 mètres), chassant les néolithiques de Brière. Une régression légère se manifeste ensuite avec reprise de l'activité fluviale (— 3 000 ans), puis la remontée des eaux se poursuit, plus lentement jusqu'à l'optimum Dunkerquien récent (— 800 BP, 1 000 à 1 100 AD [1]) où la navigation est attestée entre la Brière et Mesquer avec entretien de canaux (Gros-Fossés).

Corrélativement, les dépôts s'organisent. Nous avons constaté des phases d'érosion, même au sein des formations sédimentaires récentes. Ainsi, le niveau Wurmien (A 1 moins 40 mètres) est souvent repris et érodé (C II : absence) ; les dépôts les mieux représentés sont ceux de la période atlantique, une partie du sub boréal a été tronqué par érosion (C II estuaire).

Les fluctuations du niveau marin du subatlantique à l'actuel, se marquent par une reprise d'érosion à l'époque romaine, contemporaine d'une déforestation du contexte régional et de mise en culture.

Les variations minéralogiques, tant des minéraux lourds que des argiles confirment ces grandes coupures. Les minéraux argileux permettent des subdivisions plus fines, en reliant les dépôts montmorillonitiques à des avancées marines et la reprise du matériel préexistant (kaolinite des formations paléogènes, attapulgite et pyrophyllite des bassins de Campbon, etc...) à des rhéxistasies où les apports détritiques deviennent prépondérants. En pénétrant

(1) AD = After Death, temps compté à partir de la mort du Christ (ère chrétienne).

plus avant dans le bassin briéron, la présence des dépôts se réduit, il y a condensation d'épaisseur et suppression de certains horizons. En bref, tout au long de son histoire, la région de Brière a été disputée entre le domaine terrestre et le domaine marin, les variations eustatiques ont été prépondérantes, mais la tectonique non négligeable : à la suite des cassures cénozoïques qui ont abaissé la région en marches successives vers l'Ouest, des réajustements se sont produits jusqu'à une période récente.

Sous l'apparente uniformité de surface du marais, réside en fait, une topographie différenciée qui garde la marque des périodes passées, dont l'écheveau embrouillé se révèle peu à peu au fil des recherches.

## BIBLIOGRAPHIE


ALIX Y., BARBAROUX L. (1969)
Découverte d'Attapulgite et de Pyrophyllite dans les alluvions de Cordemais (estuaire de la Loire). *C.R.S.S.G.F.*, 5, pp. 138-140.

BARROIS Ch. (1895)
Sur l'origine de la Grande Brière. *Ann. Soc. Géol. Nord*, p. 196.

COLLIER D. (1961)
Mise au point sur les processus de l'altération des granites en pays tempérés. *Ann. Agro.*, 12, pp. 273-331.

COGNÉ J. (1960)
Schistes cristallins et granite en Bretagne méridionale. *Mém. carte Géol. Fr.*, 332 p., XXV pl. Paris, Imprimerie Nationale.

ESTÉOULE-CHOUX J. (1970)
Contribution à l'étude des argiles du Massif armoricain. Thèse. *Mém. Soc. Géol. minéral. Bretagne*, n° 14, 319 p.

LELONG F. (1964)
Etude minéralogique d'un profil d'altération sur roche granitique en Guyane française. *Bull. Serv. carte Géol. Alsace-Lorraine*, t. 17, fasc. 4, p. 263.

LUCAS J., CAMEZ J., MILLOT G. (1959)
Détermination pratique aux rayons X des minéraux argileux simples interstratifiés. *Bull. Serv. carte Géol. Alsace-Lorraine*, t. 12, p. 21.

MILLOT G. (1965)
Géologie des Argiles. Masson éditeur, Paris.

MILON Y. (1936)
Observation sur quelques gîtes de kaolin en Bretagne et leur répartition. *Bull. Soc. Géol. min. Bretagne*, déc. 1936, p. 3.

MORZADEC-KERFOURN M.-T. (1969)
Variations de la ligne de rivage au cours du post glaciaire le long de la côte du Finistère. *Bull. A.F.E.Q.*, 4, pp. 285-318.

OTTMANN F., ALIX Y., BARBAROUX L. (1968)
Le remplissage alluvial et le substratum de l'île de Cordemais, Basse-Loire. *Bull. B.R.G.M.* (à paraître).

TERS M., PLANCHAIS N., AZEMA C. (1968)
L'évolution de la basse vallée de la Loire, à l'aval de Nantes, à la fin du Würm et pendant la transgression flandrienne. *Bull. A.F.E.Q.*, 5, n° 16, pp. 217-246.

VINCE A. (1965)
Notre Brière. 80 pages, Nantes.

VISSET L., BARBAROUX L. (1972)
Etude palynologique du sondage CII (Mindin - Saint-Nazaire). *C.R.Ac.Sc.*, Paris, t. 274, pp. 1269-1271.