

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

BUREAU DE
RECHERCHES
GÉOLOGIQUES
ET MINIÈRES

ILE-DE NOIRMOUTIER POINTE-DE-ST-GILDAS

X-24-25



**ILE-DE-NOIRMOUTIER
POINTE-DE-ST-GILDAS**

La carte géologique à 1/50 000
ILE-DE-NOIRMOUTIER - POINTE DE ST-GILDAS
est recouverte par la coupure
NANTES - ILE-DU-PILIER (N° 117)
de la carte géologique de la France à 1/80 000



MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
Boîte postale 6009 - 45018 Orléans Cédex - France



NOTICE EXPLICATIVE

SOMMAIRE

INTRODUCTION	3
DESCRIPTION DES TERRAINS	3
<i>ROCHES MÉTAMORPHIQUES</i>	3
<i>ROCHES INTRUSIVES</i>	11
<i>FILONS</i>	12
<i>TERRAINS SÉDIMENTAIRES</i>	12
Secondaire	12
Tertiaire	13
Quaternaire récent et Actuel	23
REMARQUES STRATIGRAPHIQUES ET STRUCTURALES	26
<i>SCHISTES CRISTALLINS ET GRANITES DE L'ÎLE DE NOIRMOUTIER</i>	26
<i>TECTONIQUE SECONDAIRE ET TERTIAIRE EN BAIE DE BOURGNEUF ET DANS L'ÎLE DE NOIRMOUTIER</i>	27
<i>PALÉOGÉOGRAPHIE DE L'ÉOCÈNE INFÉRIEUR DANS LA RÉGION DE LA BASSE-LOIRE</i>	27
<i>LES PALÉOVALLÉES SUBMERGÉES DE LA BAIE DE BOURGNEUF</i>	29
ARCHÉOLOGIE PRÉHISTORIQUE	29
TRAVAUX DE DÉFENSE DE L'ÎLE DE NOIRMOUTIER	29
RESSOURCES MINÉRALES	30
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE	31
<i>SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES</i>	31
<i>SONDAGES</i>	31
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	34
<i>TRAVAUX CONSULTÉS</i>	35
<i>DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES</i>	35
AUTEURS	35

INTRODUCTION

L'île de Noirmoutier, allongée en direction sud-armoricaine comme les îles d'Yeu, de Ré et d'Oléron, comprend trois domaines :

- le noyau cristallin, de l'Herbaudière à Noirmoutier,
- la longue zone des marais intérieurs (de la Menisière à la Fosse), longée au Sud-Ouest par le cordon dunaire,
- les vastes platiers subhorizontaux de calcaire éocène, largement exondés à mer basse.

Au cours de la régression marine du Pléniglaciaire wurmien, le site de Noirmoutier comportait un bloc cristallin en saillie, formé de gneiss catazonaux (l'Herbaudière) et de granites (Noirmoutier, la Madeleine), limité au Sud par un abrupt et encadré à l'Est, au Sud et à l'Ouest par des plateaux de calcaire éocène au relief tourmenté dont les sommets forment les platiers et les écueils actuels (chaussée des Bœufs, les Peignes, les roches de la Fosse, Préoire et Vendette). Le colmatage flandrien de l'île masque maintenant une grande partie de ces plateaux calcaires.

Entre l'île de Noirmoutier et la pointe de Saint-Gildas s'étend le cul-de-sac de la *baie de Bourgneuf*, dépression très ancienne qui se termine en pointe, au Sud-Est, par le détroit de Fromentine. La zone colmatée du Marais breton, à l'Est, en est le prolongement naturel, jusqu'au golfe de Machecoul.

La pointe de Saint-Gildas constitue l'extrémité occidentale du Pays de Retz ; c'est un bloc basculé vers le Nord et limité au Sud par un grand accident rectiligne aux rejeux multiples, situé à peu de distance de la côte. Le profil de cette plate-forme est dissymétrique, avec une côte élevée et abrupte au Sud, taillée par de courts ravins, et une côte basse et de vastes estrans au Nord.

Dans cette région de très faible relief, l'influence des phénomènes tectoniques du Secondaire et du Tertiaire est prépondérante malgré leur faible ampleur verticale : en période de distension du socle, se sont produits des effondrements et des basculements qui ont favorisé les incursions momentanées des mers épicontinentales de la seconde moitié du Secondaire (Turonien, Sénonien) et du Tertiaire (Ilerdien, Cuisien, Biarritzien, très probablement Helvétien et Pliocène).

DESCRIPTION DES TERRAINS

ROCHES MÉTAMORPHIQUES

M2 γ . Gneiss diatexitiques du Pilier. L'île du Pilier et les îlots qui la prolongent au Nord-Ouest : les Grands Chevaux (au Nord-Est), les Petits Chevaux (au Nord-Ouest) forment un ensemble gneissique orienté NW—SE, très redressé et basculé vers le Nord-Est. Métamorphisé dans la catazone, il est affecté par une mobilisation intense avec formation de métatexités et de diatexités. Très bien exposé en falaise, il comporte des alternances métriques de gneiss très fin, grenu, de gneiss micacé à sillimanite et de gneiss oëillé, dérivant de faciès sédimentaires originels détritiques, rappelant ceux de la côte de Saint-Brévin-l'Océan (feuille Paimbœuf).

Restites. Il subsiste localement des bancs lenticulaires de un à quelques décimètres d'épaisseur, épargnés par l'anatexie ; ces gneiss grenus, à grain très fin (0,2 à 1 mm), presque isogranulaires, sont constitués de quartz (dominant), de plagioclase acide (à gouttes de quartz), en grains arrondis et de biotite interstitielle abondante et déterminant la foliation ; la muscovite est rare. De nombreux petits zircons globuleux pourraient avoir une origine détritique.

Métatexites micacées à sillimanite. Des bancs de couleur sombre, riches en biotite et en sillimanite, subsistent au milieu de zones intensément mobilisées et de masses pegmatitiques (100 m et 250 m au Sud du phare et côte nord-est) : ils alternent avec des bancs à structure finement grenue, amygdalaire ou œillée. Ce faciès micacé rappelle les niveaux kinzigitiques de Saint-Brévin-l'Océan, mais ni le grenat, ni la cordiérite n'ont été observés ici. Il comprend des lits épais de biotite, criblée de zircons, qui enserrant des paquets flexueux et étirés de sillimanite-fibrolite, longs de quelques millimètres à 1 cm, et des débris de muscovite. Ces gneiss sombres sont peu mobilisés et ne comportent que de petites amandes quartzo-feldspathiques ou des lits leucosomiques minces à grain fin (inférieur à 1 mm) avec quartz, microcline, oligoclase, apatite et rutile. La myrmékite est fréquente.

Métatexites rubanées. Elles sont très répandues ; le leucosome, épais de 1 à 7 mm, comporte du quartz, de l'albite et un peu de microcline ; sa structure est isogranulaire et très fine (< 1 mm) ; le mélanosome ne renferme que de la biotite et un peu de quartz ; des zircons arrondis nombreux pourraient être détritiques.

Gneiss œillés (métaconglomérats). Ils forment des bancs d'épaisseur décimétrique à métrique, alternant avec les faciès précédents (Nord-Ouest et Sud-Ouest de l'île). La trame de la roche est finement grenue, avec une structure rubanée à veines claires quartzo-feldspathiques, épaisses de 1 à 10 mm, séparées par de minces lits de biotite (1 à 2 mm) ; elle renferme, en outre, de nombreux porphyroblastes de feldspath potassique de 1 à 2 cm de diamètre, dont l'origine est à rechercher dans la reprise des matériaux d'un granite porphyroïde, remaniés presque sur place. Ils sont, soit automorphes (et souvent obliques sur le plan de foliation), soit ovoïdes ou déformés en amandes renflées au centre, et pourvus d'une longue queue à chaque extrémité, dans le sens de l'étirement. La longueur de ces amygdales atteint 5 à 10 cm, leur largeur 3 à 5 cm et leur épaisseur 1 à 2 cm. Au centre de l'amande se trouve un porphyroblaste monocristallin de feldspath potassique, à microperthite très fine, d'orientation uniforme ; il renferme quelques petites inclusions de quartz, de biotite, de plagioclase et de tourmaline brune prismatique. Autour du cristal se sont formées des cristallisations en ombres de pression, à structure finement grenue (1 à 2 mm), avec quartz, feldspath potassique maclé Carlsbad, biotite, muscovite et apatite. La surface des bancs est boursoufflée par ces porphyroblastes ; lorsqu'ils sont proches les uns des autres, ils sont reliés par des cristallisations en ombres de pression ; des baguettes allongées dans le sens d'étirement maximum de la roche, aplaties dans le plan de foliation, peuvent se rejoindre latéralement et former des nappes à structures parallèles, comme dans les porphyroïdes ξ_3 .

La linéation d'étirement très marquée qui affecte ces gneiss œillés est identique à celle que l'on peut observer dans toutes les porphyroïdes de Vendée et de Loire atlantique, et dans les niveaux à nodules du Silurien de Brétignolles.

Diatexites et granite d'anatexie. A un stade plus avancé de fusion et de recristallisation, les traces de structures sédimentaires disparaissent. La biotite forme des traînées effilochées, nébulitiques, ou perd toute orientation. Les porphyroblastes monocristallins disparaissent en dernier (Nord-Est de l'île, les Petits Chevaux). Le grain de la roche est plus grossier (2 à 5 mm), avec quartz, albite subautomorphe, feldspath potassique et biotite. La granitisation s'accompagne de la formation de masses pegmatitoïdes de quelques mètres cubes, dispersées, caractérisées par l'abondance des amas de cristaux centimétriques de microcline (à inclusions de quartz), accompagnés de quartz, de biotite, de muscovite et de grenat. Des filons de pegmatite ramifiés, à bras anastomosés, d'épaisseur métrique, ainsi que des filonnets de quartz, recourent la roche en tous sens.

Déformations. Plusieurs phases de pli peuvent être reconnues :

- *phase I.* Plis couchés isoclinaux, à schistosité de plan axial, déversés au S.SW, observés dans les restites, à 200 m au Sud du phare. Le style de ces plis est caractéristique de la phase de tension maximale de l'orogénèse éo-dévonienne en Vendée;
- *phase II.* Plis N 140° E (N 120 à N 150° E), centimétriques à métriques, droits ou déversés, tantôt au Sud-Ouest, tantôt au Nord-Est;
- *phase III.* Plis N 50° E (N 20 à N 50° E), recoupant les précédents, en ondes distantes de 10 à 20 cm; parfois droits, ils sont généralement déversés, au Sud-Est ou au Nord-Ouest; une forte schistosité de fracture atteint les charnières. Dans les falaises, de nombreux couloirs et des anses sont axés sur ces accidents, accompagnés de zones de broyage. Ces plis tardifs sont postérieurs à la formation de la pegmatite diffuse à grands microclines.

Au cours de l'orogénèse hercynienne, l'ensemble des gneiss a été déformé par des séries de coudes successifs : de la direction de plissement initiale E—W, les couches passent à N 110° E, puis N 160 à 180° E et à nouveau N 110° E, E—W et ainsi de suite (sémaphore). Ces coudes successifs, d'échelle métrique à kilométrique, sont courants dans les terrains du Sud-Est armoricain (migmatites de la côte de Saint-Brévin, Ordovicien et Silurien de la région de Brétignolles, etc.).

Enfin, l'ensemble des migmatites de l'île du Pilier a été très fortement basculé au Nord-Est ou même verticalisé, alors que les terrains cristallins de l'île de Noirmoutier, ainsi que ceux de la pointe de Saint-Gildas, sont, dans l'ensemble, peu inclinés.

Des affleurements sous-marins de gneiss catazonaux ont été reconnus par dragages sur le plateau de la Couronnée (au Sud-Ouest de la pointe de Saint-Gildas), ainsi qu'à la limite nord du plateau de la Lambarde (au large de la baie de Bourgneuf) et sur la Basse Guérin (5,5 km à l'Ouest du plateau du Four). Des affleurements d'amphibolite sont intercalés dans ces gneiss vers le Petit Sécé : leur paragenèse est formée d'amphibole brun-vert, d'andésine, de sphène abondant et de quartz (Y. Delanoë et al., 1974).

γ³. Gneiss et micaschistes injectés de granite. La pointe nord-ouest de l'île de Noirmoutier est constituée par des gneiss métatectiques, traversés par d'innombrables filons de granite et de pegmatite.

À l'Ouest du port de l'Herbaudière, le vaste estran découvert à mer basse est occupé par des gneiss micacés sombres, riches en biotite, à débit en plaques, faiblement inclinés au N.NE. Ils sont troués par des chicots formant des dômes aplatis et par des filons de granite à gros grain, à muscovite, parfois riches en porphyroblastes de microcline et des filons de granite à grain fin à deux micas (balise Patou). Localement, la granitisation est presque totale.

À la pointe de l'Herbaudière, les bancs de gneiss feuilleté micacé, inclinés au N.NE, alternent avec des bancs à structure grenue, à grenats. L'anatexie se manifeste par des amygdales de leucosome intercalées entre les lits sombres riches en biotite et en grenats (mélanosome). Des plis couchés métriques sont visibles à l'Ouest du blockhaus : dans l'un d'eux, le cœur du pli est occupé par du gneiss fin grenu tandis que les flancs sont constitués par une métatexite à gros grain : l'anatexie est contemporaine de la formation de ces plis couchés. Ces gneiss sont traversés et imprégnés par des exsudats granitiques anatectiques, en chicots aplatis : des filons de granite leucocrate et de pegmatite à cristaux géants de microcline (jusqu'à 20 cm) sont presque concordants avec les gneiss et forment des alignements sur l'estran. Le tout est repris par des ondulations en vagues, d'axe N 40 à 50° E.

Vers le Sud, les gneiss feuilletés sont riches en grenats et contiennent de la sillimanite; la biotite est très abondante; la muscovite est rare; l'albite (maclée) est parfois très abondante.

Entre Luzéronde et le Murier, la mobilisation est très forte et les septa de gneiss résiduels sont rares ; ils sont envahis par des masses de pegmatite à grands cristaux de microcline.

À la pointe de Luzéronde affleurent des métatexites plissotées, hétérogènes, à structure grenue ou feuilletée, traversées par des masses décimétriques de granite fin leucocrate et de pegmatite à muscovite incluant des septa de gneiss fin grenu à grenat ; ces gneiss comprennent des bancs très siliceux de teinte bleutée, épais de 0,30 à 1 mètre. On observe localement une alternance décimétrique de couches de gneiss et de sills de granite leucocrate à grain fin ; d'autres sills atteignent 5 m d'épaisseur.

Localement, certains petits filons de pegmatite sont affectés par des plis couchés isoclinaux dont les flancs sont couverts de plis parasites.

L'injection des filons de granite et de pegmatite a exercé une action mécanique sur les couches de gneiss résiduelles, qui se trouvent soulevées et gondolées. Des plis tardifs, en tuiles, d'axe N 160° E, déforment les bancs, ainsi que des ondulations en marches d'escalier, si communes dans tout le Sud-Est du Massif armoricain.

ξ². **Micaschistes à staurotide et grenats (le Cobe).** Au Nord du bois de la Chaise, depuis la pointe du bois de la Lande jusqu'au rocher du Cobe, des micaschistes forment le soubassement des argiles grises c₆ et des sables ilerdiens et cuisien (fig. 1). Ils affleurent sur l'estran entre 0 et 1 m, de part et d'autre de la digue. Faiblement inclinés au Nord-Est (de 5 à 20°), ils sont gris ou argentés, riches en muscovite disposée en grandes lamelles cristallisées dans le plan de foliation : outre un peu de quartz (très étiré) et de plagioclase, ils renferment de nombreux porphyroblastes de grenat et de staurotide, ainsi que de la tourmaline.

Dans les micaschistes sont intercalés de minces bancs de quartzite blanc, finement lité, micacé, pourvu de grenats centimétriques, et un banc de quartzite noir, épais de 1 mètre.

Micaschistes situés sous le pont de Fromentine (d'après les carottes de sondage) (fig. 2). Le pendage est subvertical entre la culée A (Fromentine) et la pile V et il est très fortement incliné au Nord-Est entre la pile VI et la Fosse. Ces micaschistes sont très altérés en surface (sur plusieurs mètres), et très fracturés ou même transformés en brèches, sous la passe (entre les piles IV et V). Du Nord vers le Sud, on observe les faciès suivants :

- culée B : micaschistes albitiques fins, brillants, à muscovite dominante, porphyroblastes de biotite et gros grenats ; l'apatite est abondante. (Échantillon prélevé à - 38 m) ;
- pile VII : micaschistes albitiques à deux micas, à muscovite dominante ;
- pile VI : micaschistes albitiques à deux micas, à muscovite dominante, à grenats ; très fracturée, la roche a un débit *en frites* ;
- pile V : micaschistes à muscovite, avec intercalations de bancs de grès blanc à grenats ; structure bréchique ;
- pile IV : micaschistes à muscovite, très écrasés et altérés ;
- pile III : micaschistes très altérés ;
- pile II : micaschistes à deux micas, argilisés ;
- pile I : micaschistes albitiques à deux micas, à biotite dominante, à porphyroblastes de biotite, gros grenats et staurotide ;
- culée A (Fromentine) : micaschistes à deux micas, muscovite dominante, porphyroblastes de biotite et gros grenats.

Ces faciès ne sont connus ni dans l'île de Noirmoutier (ils sont cependant voisins de celui des micaschistes à staurotide de la pointe des Souzeaux), ni sur le continent, à l'Est. Par contre, ils rappellent étroitement les micaschistes de la moitié nord des roches de la Roussellerie (feuille Paimbœuf), sur le flanc sud de l'anticlinal

de Saint-Nazaire. Ils rappellent aussi les micaschistes de Sauveterre, sur le flanc nord de l'anticlinal des Sables-d'Olonne.

§₁. **Micaschistes à deux micas (Schistes de Saint-Gilles p.p.)**. Ces micaschistes satinés, gris-vert, comportent les deux faciès principaux caractéristiques des Schistes de Saint-Gilles (feuille Palluau-Ile d'Yeu à 1/80 000) : le faciès grenu comprend des rythmes fins millimétriques, formés par des lits clairs quartzo-albitiques et des lits verdâtres micacés et chloriteux ; le faciès feuilleté est essentiellement micacé, les lits siliceux étant très réduits (le Portmain, feuille Machecoul). Dans ces micaschistes, s'intercalent des lentilles surmicacées de quelques centimètres de diamètre et de 1 cm d'épaisseur ; la muscovite de ces lentilles est brillante, à reflets argentés (le Portmain, le Gariou, Pierre-l'Ormeau). Certains lits micacés, de teinte sombre, sont riches en chlorite et en graphite.

La roche a localement un aspect moucheté, dû à la présence de petits porphyroblastes de biotite, parfois très nombreux, accompagnés de petits grenats (les Fondreaux, la Briandière, le Gariou, Pierre-l'Ormeau). La biotite est souvent chloritisée, partiellement ou totalement. On peut observer le passage progressif de la biotite à la chlorite dans le même cristal, mais les auréoles pléochroïques formées autour des zircons sont conservées dans la chlorite, ce qui apporte la preuve de cette rétro-morphose partielle (la Musse).

Des couches graphiteuses de quelques décimètres d'épaisseur sont intercalées dans cette formation (la Comtée).

Les amygdales d'exsudation sont uniquement quartzueuses, avec des enduits de chlorite verte (le Gariou, plage de l'Étang).

Phases de plissement. Sur la côte, entre le Portmain et la plage de l'Étang (au Sud de la Cornillais), plusieurs phases de métamorphisme et de plissements peuvent être observées :

- phase I : foliation parallèle à la stratification et schistosité de flux, avec exsudation de quartz en lentilles ;
- phase II : foliation et plis isoclinaux, plissant la stratification, la foliation I et les lentilles de quartz.

Les plis sont couchés, très aplatis et serrés, à charnière aiguë. Les plis centimétriques sont nombreux avec des axes orientés à N 100 et 120° E. Une forte linéation d'étirement correspond aux charnières des petits plis couchés (le Portmain, le Gariou). Les flancs des plis décimétriques portent une fine crénulation, parallèle à l'axe du pli ;

- phase III : plis de même plan axial que celui de la phase II, mais d'axe perpendiculaire : les plis plats couchés, subhorizontaux, d'axe N 110° E, sont repliés en plis à charnière arrondie, d'axe N—S à N 30° E, plongeant de 5 à 25° vers le Nord-Est (plage de l'Étang, le Portmain) ;
- phase IV : ondulations décimétriques, à charnière courbe (de direction N 60 à 70° E). Ils sont dissymétriques, avec un flanc nord-ouest beaucoup plus redressé que le flanc sud-est (pointe du Gariou).

Des fractures fines, verticales et parallèles, orientées à N 160° E, recoupent toutes les autres déformations.

§₂. **Micaschistes à muscovite (Schistes de Saint-Gilles p.p.)**. Ils apparaissent le long d'une bande étroite, vers l'extrémité occidentale de l'anticlinal de Chauvé ; ce sont des micaschistes siliceux, satinés, à éclat un peu argenté ; leur structure est finement lamellaire, constituée par des lits muscovitiques alternant avec des lits quartzueux millimétriques ; ces derniers peuvent renfermer un peu d'albite. Des lentilles très aplaties, essentiellement formées de muscovite, sont égrenées dans le plan de foliation ; elles ont quelques centimètres de longueur et 1 à 3 mm d'épaisseur. Les amygdales d'exsudation quartzueuses sont abondantes. Les micaschistes §₂ se

distinguent des micaschistes ξ_b^2 par l'absence de biotite, mais ils ont la même structure finement rythmique.

Sur le flanc nord du pli, au Sud de Tharon (feuille Machecoul), le pendage des micaschistes est concordant avec celui des porphyroïdes sus-jacentes. Aux Raillères, il est de 10° vers le Sud-Ouest.

Sur le flanc sud, le contact des micaschistes et des porphyroïdes a lieu près de l'embouchure de la vallée de Choiseau, dans l'anse de Pierre-Blanche. Il se fait le long d'une zone d'affrontement orientée N—S. À l'Est, vers Pornic, les schistes de Saint-Gilles orientés à N 130° E sont inclinés de 20° au Nord-Est; à l'Ouest, les porphyroïdes, orientées N—S, sont basculées de 25° vers l'Ouest. Les deux formations sont séparées par un filon de quartz, épais de 2 m, formant un plan incliné orienté N—S et plongeant de 50° vers l'Est : les schistes ξ_m^2 chevauchent donc les porphyroïdes.

Sous la surface de chevauchement, les porphyroïdes sont écrasées et silicifiées, sur plus de 10 m d'épaisseur. Au-dessus, les micaschistes de la falaise sont fortement écrasés, mais ils ne sont pas silicifiés.

Phases de déformation des micaschistes ξ_m^2 . Ce sont les mêmes que celles des micaschistes ξ_b^2 . En outre, des plis en chevrons, d'axe N 130° à N 160° E, sont fréquents. D'une amplitude de 1 à 2 cm, ils sont très dissymétriques : le flanc sud-ouest est court et redressé (de 75° à 80°), tandis que le flanc nord-est est long et doux (20° à 25°). Une forte schistosité de fracture est associée à ces plis tardifs.

ζ^3_p . **Rhyolites et méta-arkoses à muscovite (« Porphyroïdes » et schistes satinés). Coulées à gros phénocristaux. — Am. Niveaux ampéliteux. — $my\zeta^3_p$. Porphyroïde mylonitisée.** La quasi-totalité de la presqu'île de Saint-Gildas est constituée par une formation complexe, d'aspect gneissique, stratôïde et très peu inclinée, où alternent, à l'échelle métrique à décamétrique, des coulées rhyolitiques, des tufs, des arkoses et des schistes recristallisés dans des conditions épizonales, lors de l'orogénèse éo-dévonienne.

Un exemple de la succession des faciès peut être pris à la pointe de Mouton où l'on observe, d'Est en Ouest, sur une distance de 200 m :

- des micaschistes gris foncé, siliceux et feuilletés, piquetés de porphyroblastes centimétriques de quartz et de microcline rose, tacheté de noir;
- des micaschistes noirs, d'aspect ampéliteux, bourrés de cristaux de microcline noir;
- des micaschistes feuilletés, durs et siliceux, criblés de porphyroblastes de quartz bleu et de microcline noir;
- des micaschistes noirs, à grains de quartz très abondants, presque dénués de porphyroblastes de feldspath;
- des micaschistes gris clair, très finement feuilletés, bourrés de porphyroblastes de quartz bleu et de feldspath bigarré, noir et blanc;
- des micaschistes noirs ampéliteux, à porphyroblastes de microcline noir;
- des micaschistes gris très siliceux, feuilletés;
- des bancs de rhyolite dure, rougeâtre, à grain fin et débit lamellaire;
- des micaschistes, de teinte gris clair à gris sombre, à feldspaths disséminés, etc.

Le passage est graduel entre ces divers faciès, dont les alternances sont indéfiniment répétées. L'origine de ces différents faciès peut être interprétée comme suit :

• **Coulées de méta-rhyolite massive.** Elles forment des nappes, épaisses de quelques mètres, intercalées entre les autres faciès porphyroïdes. Quoique pourvues d'une foliation très forte, elles sont plus dures, plus cassantes et se débitent en bancs de 2 à 5 cm. Les phénocristaux de microcline y sont généralement plus petits (1 à 4 mm), mais peuvent atteindre 2 cm, et leur répartition dans la roche est plus régulière. Les

phénocristaux de quartz bleu y sont nombreux (vallée de Paquin, pointe de Saint-Gildas, la Prée, pointe de Mouton, Préfailles).

● *Méta-rhyolites en nappes à phénocristaux centimétriques, groupés en baguettes.* Elles forment des bancs massifs, à faciès de gneiss oëillés, épais de 1 à 10 m (Port Meleu, Margaret-Plage, pointe de la Pierre, Préfailles). La roche a une foliation très marquée. La surface des couches est grenue, boursouflée de porphyroblastes de quartz et de microcline qui atteignent 1 cm de diamètre et 2 à 3 cm de longueur.

La mésostase est finement feuilletée, avec alternance de lits quartzo-feldspathiques, épais de 0,2 à 1 mm, et de lits micacés, épais de 0,1 à 0,5 mm. Les porphyroblastes de quartz sont transparents, à éclat bleuté avec des lacunes de cristallisation en doigt de gant. Le microcline, à double macle, est automorphe et présente aussi des lacunes de cristallisation. À la périphérie de certains cristaux, on observe une recristallisation de microcline dénué de toute impureté.

Les phénocristaux centimétriques sont fortement étirés parallèlement à l'axe *b*, et des cristallisations en ombres de pression se sont formées à chaque extrémité, soudant entre eux les porphyroblastes voisins : il s'ensuit la formation de baguettes parallèles, groupées en nappes planes qui peuvent s'étagier sur plusieurs décimètres ou plusieurs mètres de puissance. Des lentilles de pegmatite d'exsudation, constituées de microcline rose et de quartz, épaisses de quelques centimètres, sont intercalées dans cette masse compacte.

● *Méta-arkoses schisteuses ou granuleuses.* Elles sont moins riches en porphyroblastes feldspathiques ; ceux-ci sont de taille variée et inégalement répartis dans la masse. La sédimentation est parfois lenticulaire, ou oblique, avec alternances de couches schisteuses, de couches oëillées et de couches finement grenues se recoupant, dont l'épaisseur varie de quelques centimètres à quelques mètres. Certains bancs comportent une concentration de phénocristaux de quartz remaniés, dans une mésostase finement feuilletée (Préfailles, pointe de Saint-Gildas). Dans ces faciès, les lentilles de pegmatite sont aussi abondantes que dans les méta-rhyolites.

● *Am. Niveaux ampéliteux.* Dans la masse des porphyroïdes de teinte claire (gris-vert ou jaunâtre), sont intercalés des bancs noirs, graphiteux, tachant les doigts, dont la puissance varie de quelques mètres à une trentaine de mètres (la Prée, la Tara, pointe de Mouton). La roche est finement feuilletée, en rythmes millimétriques, correspondant à des lits quartzeux alternant avec des lits micacés. La surface des couches est boursouflée par des phénocristaux de quartz bleuté et de microcline noir qui atteignent 1 à 2 cm de longueur ; ils ont parfois une forme trapue et sont orientés en tous sens, tandis que d'autres sont très étirés. Les cristaux de microcline sont automorphes, pigmentés de matière graphiteuse ; ils comportent la double macle et la macle de Carlsbad et sont en partie envahis par de la pegmatite graphique, ou par de l'albite en échiquier. L'aspect tacheté des porphyroblastes (noirs et roses) provient des recristallisations internes partielles en albite ou en microcline dénuées de pigment noir. Les phénocristaux de quartz, à reflet bleuté, sont encore plus étirés (jusqu'à 2 cm), et très aplatis. Ils comportent des lacunes de cristallisation en doigts de gants, en massue ou en champignon, remplies par du microcline ou de l'albite. Les gros cristaux de quartz et de feldspath se terminent aux deux extrémités par des ailerons de quartz, cristallisés en ombres de pression qui atteignent 1 à 4 cm de longueur. Comme dans les faciès clairs, on observe des nappes à porphyroblastes presque jointifs, groupés en baguettes allongées dans la direction d'étirement maximum.

Sur le flanc est de la pointe de Mouton, les porphyroïdes à gros phénocristaux automorphes de microcline noir passent progressivement à des micaschistes gris foncé, puis à des micaschistes gris clair.

• *Des micaschistes* à grain fin, en bancs de quelques décimètres à quelques mètres sont intercalés entre les faciès précédents. La trame est constituée par des feuillets quartzeux alternant avec des feuillets de mica blanc ou jaune très pâle. Une fraction détritique s'y mêle souvent, de façon irrégulière (grains de quartz de 1 à 2 mm, et même quelques porphyroblastes de microcline isolés) (Port Giraud, Port Meleu).

Pegmatites d'exsudation. Dans tous les faciès feldspathiques, on observe des filons et des lentilles de plusieurs décimètres ou plusieurs mètres de longueur, parallèles au plan de foliation de la roche. Épaisses de 1 à 5 cm, elles sont étagées tous les 10 à 50 cm. Elles sont constituées de quartz laiteux, de microcline rose et parfois d'albite; les épontes sont tapissées de mica blanc ou de chlorite. Elles sont moins abondantes dans les niveaux ampéliteux que dans les couches de teinte claire.

Linéation d'étirement. L'ensemble des porphyroïdes est affecté par une déformation très marquée, qui consiste en l'allongement de tous les corps figurés selon la direction d'étirement maximum : dans le plan de foliation, les porphyroblastes de quartz et de feldspath atteignent une longueur double de leur largeur et quadruple de leur épaisseur. À chacune de leurs extrémités, les cristallisations de quartz, en ailerons, de forme triangulaire ou effilée, peuvent atteindre 1 à 4 cm de longueur. Les porphyroblastes sont soudés entre eux par ces recristallisations *en grains de chapelet* qui engendrent des baguettes feldspathiques de 10 à 20 cm de longueur. Ils sont tranchés en lames perpendiculaires à l'étirement, et les vides sont comblés par du quartz, lui-même laminé.

Un fait remarquable est l'uniformité de direction de cette linéation d'étirement, qui reste sensiblement E—W dans toute la presqu'île, malgré les ondulations qui affectent les couches.

Ces phénomènes d'étirement, de cisaillement et de laminage, qui sont particulièrement marqués sur les porphyroïdes de la région (presqu'île de Saint-Gildas, Brétignolles, Piriac, Belle-Ile en Mer), sont une des caractéristiques de la phase de tension maximale de l'orogénèse éo-dévonienne. Ils affectent intensément le Silurien fossilifère de Brétignolles, en Vendée.

Plis. Dans cette formation où la foliation est très forte, on observe des plis couchés très plats, centimétriques, parfois superposés, surtout visibles dans les pegmatites ou les lentilles de quartz (Port-Meleu); leurs axes sont parallèles à la direction d'étirement maximum et les microplis de même direction sont fréquents. En outre, l'ensemble des porphyroïdes est entraîné dans de larges ondulations décamétriques, elles-mêmes déformées par des plis ouverts centimétriques, à pendage faible (5 à 30°). Deux directions se recoupent : NW—SE (la plus fréquente) et NE—SW, toutes les deux accompagnées de schistosité de fracture (le Cormier). Les *kink bands* sont fréquents.

L'existence de ces plis entraîne une disharmonie presque constante entre le plan de foliation (dans lequel la linéation d'étirement reste sensiblement E—W) et le plan des couches, basculées de 5 à 30° sur les flancs des plis NW—SE et NE—SW.

À la pointe de Mouton, on observe un mouvement tournant de la direction des bancs, en arc ouvert vers l'Est. Les pendages se font au Nord-Ouest (au Nord) et au Sud-Ouest (au Sud). Cette structure est courante sur la côte de Saint-Brévin (*cf.* notice de la feuille Paimbœuf).

Un réseau de cassures subverticales, fines et planes, cisaille les porphyroïdes. Les plans de fracture les plus fréquents sont voisins de la direction méridienne et de la direction E—W.

Des zones de broyage importantes (my_{5p}^3) avec mylonites, brèches siliceuses et filons de quartz affectent localement les porphyroïdes (entre Tharon et le Cormier, à l'Ouest de la pointe de Mouton et à l'anse de Pierre-Blanche (*cf.* ξ_m^2)). Reconnues par

dragage, les porphyroïdes s'étendent sur plusieurs kilomètres à l'Ouest de la pointe de Saint-Gildas et dans la partie orientale du banc de Kerouars (au Sud de Sainte-Marie et de Pornic, jusqu'à la Bernerie). Des phtanites et des grès psammitiques, semblables à ceux de l'estran de la Bernerie (feuille Machecoul) constituent une partie des îlots de la Basse du Caillou (Y. Delanoë et *al.*, 1974).

Age des méta-rhyolites et des méta-arkoses. Cette formation volcano-sédimentaire est située stratigraphiquement au-dessus des Schistes de Saint-Gilles (*cf.* feuille Palluau, 1/80000). Elle appartient soit au Briovérien supérieur, soit au Cambrien inférieur.

ROCHES INTRUSIVES

$\gamma^3\zeta$. **Granite feuilleté à deux micas. — ph. Banc résiduel de phtanite, conservé dans le granite.** Le long de la côte nord de l'île, entre la Linière et la Clère, affleure un massif de granite leucocrate, feuilleté, écrasé, se débitant en coussins plats sur l'estran et en plaquettes de 2 à 5 cm d'épaisseur (le Vieil, la Gardette); une linéation d'éirement est très marquée sur les plans de schistosité. Dans la roche, le quartz est abondant mais souvent écrasé, émietté et acquiert localement une structure fluidale; les grains d'oligoclase sont à extinction roulante et souvent tordus; le microcline est abondant, à éclat moiré et pourvu de la macle de Carlsbad; la biotite est fine et rare, alors que la muscovite est en lamelles nombreuses de 2 à 5 mm de longueur. L'écrasement, la schistosité et l'éirement sont particulièrement marqués dans la partie orientale du massif: au Grand Vieil et à la pointe des Charniers où l'on observe des structures en mortier. On observe partout une disharmonie entre la direction d'éirement et de laminage des cristaux de quartz et de feldspath (N 90 à N 110° E) et la direction des plans de schistosité qui varient de N—S à N 145° E sous l'effet d'ondulations, d'axes NW—SE. L'inclinaison des coussins est de 20 à 50° vers le Nord-Est.

Dans la masse du granite feuilleté subsistent des restes de bancs de gneiss fin grenu ou de gneiss très micacé à biotite, identiques à ceux que l'on observe à l'île du Pilier. Certaines lentilles atteignent 10 m de longueur sur 0,5 m de puissance (pointe de la Madeleine, anse de la Linière). À la pointe des Charniers, ces restes de gneiss sont injectées par du granite à muscovite à grain grossier qui y forme des lentilles centimétriques, ou des sills de plusieurs mètres de longueur. On y observe aussi une lentille de quartzite noir (phtanite métamorphique) longue de 3 m et épaisse de 1 m (ph).

Au Nord du bois de la Blanche, les filons et les masses de pegmatite sont abondants et accompagnés par des sills de granite à mica blanc et de petits filons d'aplite. Dans l'anse entre la Blanche et la Linière, une zone de broyage longue de plus de 100 m a eu pour effet une altération intense et la kaolinisation du granite. Le contact entre le granite leucocrate écrasé (au Nord-Est) et le granite fin massif (au Sud-Ouest) est fortement tectonisé. Un réseau de cassures cisaille le granite selon deux directions principales, voisines de N—S et E—W.

Par son faciès, sa composition minéralogique et les phénomènes de laminage qu'il comporte, ce granite paraît identique au granite $\gamma^3\zeta$ de la feuille Machecoul.

γ^1 . **Granite massif à biotite, à grain fin.** Le noyau de l'île de Noirmoutier est constitué par un leucogranite à deux micas, à grain fin, formant une amande allongée, de l'Herbaudière à Noirmoutier. La roche est constituée par du quartz, du microcline, de l'albite, de la biotite et de la muscovite. La structure est massive. Des filons et des chicots issus de cette masse percent les gneiss de la pointe de l'Herbaudière, par exemple à la balise Patou où la roche est cisailée par des plans de cassures très rapprochés.

Une roche granitique analogue a été observée par sondage, dans la partie occidentale du banc de Kerouars (Y. Delanoë et *al.*, 1974).

FILONS

P. Pegmatites. Tout autour de la pointe de l'Herbaudière, les gneiss sont injectés par de nombreux filons de pegmatite, épais de 1 à 10 mètres (le plus souvent de 3 à 5 m). Les cristaux de microcline et de muscovite y atteignent plusieurs centimètres. Ces filons forment des alignements qui s'élèvent au-dessus des gneiss, moins résistants. La direction des filons de pegmatite est à peu près concordante avec celle des gneiss; ils ne sont pas rectilignes, mais plus ou moins déformés en larges ondulations dont l'axe est presque perpendiculaire à la direction du filon.

Au Sud-Ouest du blockhaus de l'Herbaudière, les filons et les masses de pegmatite sont injectés en sills, parallèles aux bancs des métatexites; ils ont parfois une action mécanique sur ces dernières, qu'ils soulèvent. Les masses de pegmatite renferment localement quelques restites de gneiss micacés. Au Sud de Luzéronde, les gneiss sont envahis par des masses importantes de pegmatite à très gros grain.

Les pegmatites ne sont pas écrasées, mais elles sont localement extrêmement fissurées : à l'Ouest de la jetée de l'Herbaudière, elles sont cisailées par deux systèmes de cassures verticales, respectivement orientés N—S et E—W.

Q. Quartz. Un filon de quartz remplit le plan de chevauchement le long duquel s'affrontent les porphyroïdes et les schistes ϵ_{m}^2 , sur le bord ouest de l'anse de Pierre-Blanche.

Il est incliné de 50° vers l'Est et sa puissance maximale est de 2 mètres. Orienté en direction N—S, il traverse l'estran et se prolonge à l'intérieur des terres; il a été exploité en carrière, un peu en arrière de la falaise.

Au contact du filon, les porphyroïdes sont écrasées; leurs fragments disloqués, formant une brèche, sont cimentés par de la silice sur plusieurs mètres d'épaisseur, surtout dans l'angle nord-ouest de l'anse.

Sur la côte nord de la pointe de Saint-Gildas, des filons de quartz sont aussi associés à des zones de mylonitisation (anse de la Folie).

TERRAINS SÉDIMENTAIRES

Secondaire

c6. Crétacé supérieur. Argiles à *Terebratula cf. biplicata*. Sur la carte géologique Nantes à 1/80 000 (1^{re} éd., 1926), G. Ferronnière a signalé, au Nord-Ouest du bois de la Chaise, sous le signe **C^{6a}**, du calcaire et de l'argile blanche du Turonien. En réalité, la surface ainsi désignée est revêtue d'un dépôt marin quaternaire épais de plus de 2 m (**Mx**). Sous le signe **C⁶⁻⁵**, il mentionne les « argiles marneuses à *Terebratula cf. biplicata*, *Rhynchonella cf. difformis* et *Ditrupe arietina* de la Lande, surmontées par un lit pyriteux que couronne le grès éocène démantelé du Cob ».

Les dépôts fossilifères n'ont pas été retrouvés; par contre, les argiles pyriteuses ont été observées sur l'estran et en sondages (effectués par J.-M. Viaud). À l'îlot du Cobe, l'argile recouvre et ceinture localement les micaschistes, sur 1 m d'épaisseur au maximum, entre 0 et - 1 m NGF, en particulier sur le bord est (mais elle a été en grande partie enlevée entre 1811 et 1814). À la pointe des Souzeaux, l'argile forme le soubassement des sables rouges cuisiers, en pied de falaise (entre 2,50 et 1,40 m) et repose sur les micaschistes (fig. 1). À la pointe des Dames, sur le bord nord de l'embarcadère, l'argile affleure sous le sable de la plage; des sondages l'ont traversée entre + 0,75 et - 6 m, sans en atteindre la base (sondages d1, d2, d3, fig. 1). La base de l'argile grise se trouve donc entre + 1,40 m (plage des Souzeaux) et un niveau inférieur à - 6 m (embarcadère).

Les argiles du Cobe et des Souzeaux sont de teinte gris clair à gris foncé, compactes, peu plastiques; L. Bureau y a trouvé un *Hemiaster* indéterminable (peut-

être remanié). Le sédiment est un mélange, en proportions variables, d'argile et de sablon siliceux dont les grains sont compris entre 10 et 100 microns; il renferme en outre de nombreuses paillettes de muscovite et des débris flottés millimétriques de bois carbonisé partiellement enrobés par des cristaux de pyrite. De petites concrétions allongées ou branchues centimétriques, en grès blanc, semblent être des moules internes de tiges ou de branches. Les rognons de pyrite, subarrondis, à surface mamelonnée, sont abondants mais de petite taille (1 mm à 1 cm) et ils sont parfois creux. Quelques rares petits galets de quartz anguleux, de 1 à 2 cm, sont disséminés dans l'argile. Vers la base, le gypse est abondant, en petites concrétions aplaties.

À l'embarcadère, les argiles grises sont plus épaisses qu'au Cobe, mais elles renferment très peu de noyaux pyriteux; leur taille ne dépasse pas 1 cm; vers - 6 m, l'argile contient des concrétions sableuses millimétriques à centimétriques, cimentées par la pyrite, qui sont identiques à celles de la base des argiles grises du Cobe. Comme au Sud du Cobe, l'argile est mélangée de sable très fin (10 à 100 microns) dans une proportion variant de 70 à 90 % pour ce dernier; la fraction de sablon siliceux comprise entre 10 et 50 microns peut atteindre 40 % du total.

Les minéraux argileux sont les mêmes dans les deux gisements : kaolinite et illite. Aux Souzeaux, on observe une augmentation de la kaolinite, de la base vers le sommet (de 90 à 98 % du total); à l'embarcadère, la proportion d'illite est un peu plus forte (20 %).

Les minéraux lourds dominants sont la staurotite, l'andalousite et la tourmaline; le grenat est présent et les oxydes de titane sont abondants (rutile, anatase).

L'âge précis des argiles grises à nodules pyriteux reste incertain, faute de fossiles. Du point de vue sédimentologique, il faut noter que les argiles sableuses sus-jacentes, datées de l'Ilerdien par leur microflore, remanient le matériel sableux des argiles c6, mêlé à de nombreuses paillettes de muscovite; les minéraux lourds sont identiques dans les deux formations

Tertiaire

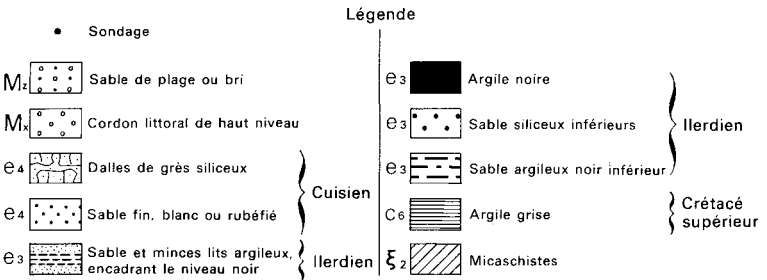
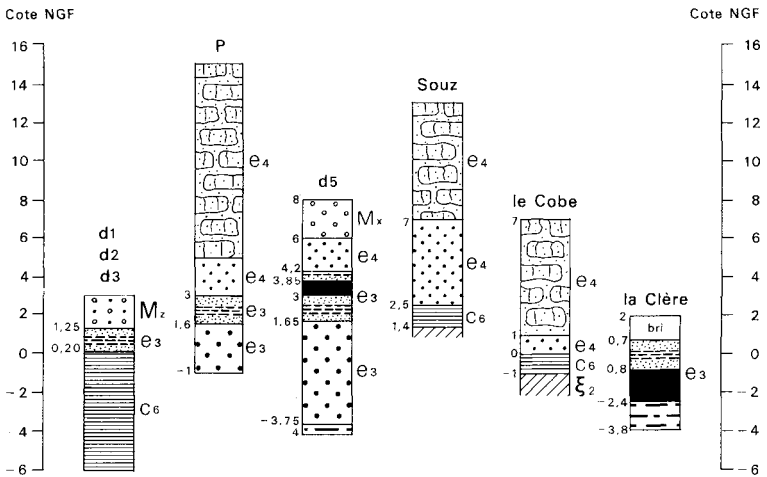
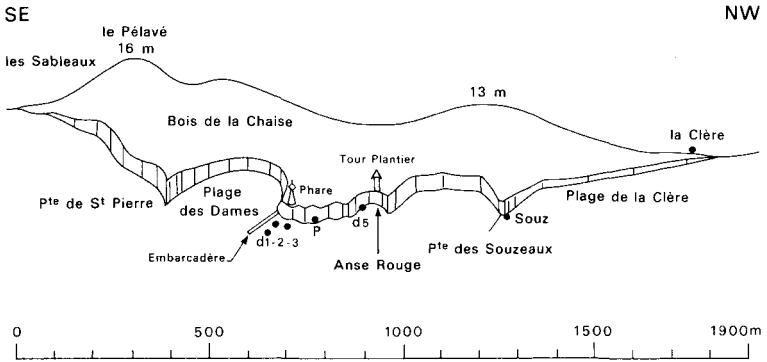
e3. Ilerdien supérieur. Sapropel de l'anse Rouge. Au Nord-Est de l'île, entre la plage de la Clère et celle des Sableaux, une formation sableuse, cimentée en surface, domine le marais (à l'Ouest) et se termine en falaise (à l'Est) sur 700 m de longueur. L'ensemble comporte trois buttes : du moulin de la Lande, de la Chaise et du Pélavé, séparées par des vallées suspendues courtes et larges, aboutissant à des anses formant des encoches dans la falaise. Localement épaisse de plus de 20 m, cette formation comporte, au tiers inférieur, un dépôt d'argile noire dont l'âge yprésien a été établi par S. Durand (1960) et confirmé par M.-F. Ollivier-Pierre (1970).

Plusieurs sondages ont été effectués récemment par J.-M. Viaud, en falaise et sur l'estran, afin de connaître les relations existant entre les argiles grises c6, les dépôts sous- et sus-jacents à l'argile yprésienne et les sables jaunes de la falaise. Il ressort que le complexe sableux du bois de la Chaise, reconnu entre -4 et + 16 m NGF, comporte une intercalation lenticulaire argilo-sableuse (sapropel), épaisse de 2 m au maximum, entre la tour Plantier et l'embarcadère; cette lentille s'amincit au Sud et n'existe pas au Nord, à la pointe des Souzeaux, où les sables roux supérieurs reposent directement sur l'argile c6. Deux autres niveaux organiques ont été découverts par J.-M. Viaud : à la base des sables fins, sous l'anse Rouge (sondage d5) et dans l'anse de la Clère.

La succession stratigraphique est donnée par ces différents sondages (fig. 1) :

● **Marais de la Clère** (1,5 km à l'Ouest de l'anse Rouge et 1,2 km au Sud-Ouest de la pointe des Souzeaux).

Fig. 1 – Sondages dans l'Eocène des falaises de Noirmoutier par M. Ters



<i>m NGF</i>	<i>Faciès</i>	<i>Étages</i>
+ 2,0	Argile des marais (bri)	Flandrien
+ 0,70	Sable blanc fin, remanié au Quaternaire, très riche en pollen de <i>Nypa</i>	Ilerdien supérieur
+ 0,40	Argile beige micacée (lit de galets à - 0,20 m) Argile brune micacée	
- 0,80	Argile tourbeuse noire, à débris végétaux carbonisés et petits nodules pyriteux remaniés du Crétacé	Ilerdien inférieur
- 2,40	Sable fin argileux, brunâtre, très micacé	(Cuisien inférieur <i>s.l.</i>) ou Sparnacien supérieur
- 3,80		

● *Îlot du Cobe*

+ 7,00	Dalles de grès siliceux	Cuisien (<i>s. str.</i>)
+ 1,00	Sable jaune fin	Ilerdien supérieur
0,00	Argile grise à noyaux pyriteux	Crétacé supérieur
- 1,00	Micaschistes	

● *Pointe des Souzeaux* (sondage Souz, fig. 1)

+ 12,00	Dalles de grès siliceux, avec conglomérats, grès à stratification entrecroisée et grès fins	Cuisien (<i>s. str.</i>)
+ 9,00	Sable rubéfié, argileux	
+ 7,00	Sable blanc très fin	
+ 6,75	Sable fin, jaune clair, bigarré d'ocre ou ocre foncé	
+ 3,00	Sable ocre, argileux et graveleux	Ilerdien supérieur
+ 2,50	Argile grise à nodules pyriteux	Crétacé supérieur
+ 1,40	Micaschistes	

● *Anse Rouge* (sondage d5 effectué par J.-M. Viaud en 1978) (fig. 1). Une coupe détaillée a été donnée par S. Durand (1960) pour les niveaux supérieurs.

+ 8,00	Alluvions marines quaternaires : sables roux et sables graveleux, avec cordon de galets à la base (quartz, granite, silice)	Quaternaire (Mx)
+ 6,00	Sables bruns, un peu argileux, à grains de quartz anguleux (1 mm), avec lit plus grossier à la base et stratification oblique	Ilerdien supérieur (Cuisien s.l.)
+ 4,20	Sable blanc ou crème, bariolé de brun et d'ocre, très fin, avec mica blanc, devenant argileux vers le bas	
+ 4,15	Couche d'argile gris violacé, épaisse de 2 cm, avec délits argileux ocre, emballée dans du sable ocre très fin, à mica blanc	
+ 4,10	Alternances de lits centimétriques d'argile brune à noire et de sable très fin avec paillettes de muscovite	
+ 4,00	Lits argileux, gris-brun à violacés, épais de 1 à 5 mm, séparés par des lits de sable très fin (50-100 microns), ocre-roux, argileux; les lits se séparent en feuillets parallèles dont la surface est tapissée de lamelles de muscovite	
+ 3,92	Argile brun foncé, en lits de 1 mm à 1 cm, alternant avec des lits de sable très fin, argileux, de couleur ocre, micacé. À la base, l'argile est compacte, épaisse de 4 cm et contient quelques très fins délits argileux de couleur rouille	
+ 3,85	Argile noire bariolée d'ocre, avec lits millimétriques de sable très fin (10-100 microns) et d'argile ocre	
+ 3,70	Argile noire, en lits de 1 à 2 cm d'épaisseur, parfois 5 cm, compacte, à cassure luisante (sapropel) séparés par des lits de sablon blanc très fin mêlé de muscovite	
+ 3,00	Argile compacte, brun foncé à brun-ocre	
+ 2,90	Sable jaune anguleux, avec quelques petits galets de quartz (1 cm) Lit d'argile brune intercalé (2 mm d'épaisseur)	
+ 2,85	Alternances de lits centimétriques d'argile beige et de sable blanc fin micacé	
+ 2,75	Sable blanc très fin micacé	
+ 1,70	Sable très fin roux, très micacé, avec quelques lits argileux gris épais de 1 cm	
+ 1,65		

- 0,65	Sable très fin roux, taché d'ocre, avec muscovite	Ilerdien supérieur (Cuisien s.l.)
- 0,70	Lits d'argile gris violacé (1 cm) dans sable fin ocre clair ; muscovite très abondante	
- 0,80	Sable roux siliceux fin, micacé	
- 3,50	Sable blanc, fin à très fin, micacé	
- 3,75	Sable jaune très fin	Ilerdien (Cuisien inférieur s.l. ou Sparnacien supérieur)
- 4,06	Sable noir argileux, fin à très fin, micacé	

● *Pointe des Dames* (sondage P)

+ 15,00	Dalles de grès siliceux (à macroflore) du bois de la Chaise	Cuisien s. str.
+ 5,00	Sable jaune fin	
+ 3,00	Argile noire feuilletée (identique à celle de l'anse Rouge)	Ilerdien supérieur
+ 1,60	Sable jaune très fin	
- 1,00		

● *Embarcadère* (sondages sur l'estran : d1, d2, d3)

+ 2,50	Sable de plage	Holocène
+ 1,25	Sable argileux ocre et lits millimétriques d'argile beige	Ilerdien supérieur
+ 1,00	Sable argileux noir	
+ 0,20	Argile gris perle	Crétacé supérieur
- 6,00		

Stratigraphie des formations de l'Ilerdien et du Cuisien s. str. Les études palynologiques de J.-J. Châteauneuf sur les échantillons de ces sondages récents confirment l'âge yprésien du niveau sapropélique de l'anse Rouge (S. Durand, 1960 ; S.-D. et M.-F. Ollivier-Pierre, 1969) et permettent, en outre, de distinguer plusieurs niveaux (de la base au sommet) :

Sables argileux de base de l'anse Rouge(*). Dans le sondage d5, le sable noir argileux et micacé (— 4,06 à — 3,75 m) « a un faciès laguno-marin à Dinoflagellés : *Cordosphaeridium inodes*, *Spiniferites ramosus*, *Adnatosphaeridium reticulense* et *Cleistosphaeridium tiara*. Parmi les spores et les pollens, les plus abondants sont : *Tricolporopollenites krutzchi*, *Tripoporopollenites megagranifer*, *Plicatopollis pseudo-excelsus*, *Plicatopollis engelhardtoides* et *platycarioides*, ainsi que quelques exemplaires de pollens de *Nypa* très abîmés ». La fraction sableuse, très fine, provient du remaniement des argiles sableuses crétacées sous-jacentes.

Dans le sondage de la Clère, les sables argileux inférieurs (—3,80 à —2,40 m) renferment *Ovoïdites* (*Zygnemataceae*) et de rares pollens, mêlés à des débris libéro-ligneux abondants et des concrétions gypseuses remaniées des argiles grises du Crétacé. L'argile tourbeuse noire (—2,40 à —0,80 m) a une microflore comparable. Pour l'ensemble de ces niveaux, « la quasi-absence de *Nypa* (rares exemplaires abîmés dans d5) et de Dinoflagellés caractéristiques ne permet pas de trancher entre l'équivalent du Sparnacien supérieur ou de la base du Cuisien *s.l.* À l'échelle de l'Ilerdien, le problème ne se pose pas, cet étage englobant les deux sous-étages précités ».

Sables siliceux intermédiaires entre les deux niveaux argileux. Dans le sondage d5 (—3,75 à +1,65 m), les sables comblent une dépression creusée dans les argiles c6 qui s'élèvent de part et d'autre à +2,50 m (pointe des Souzeaux) et à +0,20 m (embarcadère). Ces sables fins à très fins (50 à 150 microns) ont la même granulométrie que la fraction sableuse des argiles grises c6 présentes à l'embarcadère et proviennent du remaniement de ces dernières ; parmi les minéraux lourds, identiques dans les deux formations, les oxydes de titane sont abondants (rutilite, anatase, brookite), ainsi que le zircon ; la staurotite, la tourmaline et l'andalousite dominant ; le grenat est présent. Ces sables se sont accumulés dans un rentrant très abrité de la baie de Bourgneuf, à l'abri des courants violents et des apports grossiers ; la muscovite y est abondante. La microflore a « un faciès laguno-continental à continental, sans Dinoflagellés, et renferme des pollens de *Nypa*, *Fagaceae* et *Latipollis* ».

Dans le sondage de la Clère, les sables supérieurs (0,40 à 0,70 m), remaniés au Quaternaire, « sont très riches en pollens de *Nypa* (50 % de l'association) et en *Fagaceae* ; on peut parfaitement paralléliser ces sables avec les précédents ».

Niveau sapropélique de l'anse Rouge. La masse argileuse principale, épaisse de 0,80 m, est précédée et suivie par quelques lits d'argile intercalés dans le sable. L'ensemble forme une lentille large de 200 m (de la tour Plantier jusqu'à l'embarcadère) et épaisse de 2 m au maximum (dans l'anse Rouge).

Dans le sondage d5, (1,65 à 3,85 m), « l'argile noire laguno-marine est riche en Dinoflagellés et en pollens ; les Dinoflagellés les plus abondants sont : *Areoligera senonensis*, *Adnatosphaeridium multispinosum* et *Cyclonephelium ordinatum*. Les *Wetzeliellaceae* sont présents avec : *Wetzeliella cf. meckelfeldensis*, *Apectodinium homomorphum* et *Wetzeliella quadrata*. Les pollens sont nombreux et parmi les plus importants nous pouvons citer : des *Pinaceae* et des *Subtripoporopollenites* en grand nombre, *Plicatopollis pseudoexcelsus*, *Monoporopollenites hungaricus*, *Inaperturopollenites hiatus*, *Spinozocolpites echinatus* (*Nypa*), *Pompeckjoidaepollenites subhercynicus*, *Tricolporopollenites librarensis*, *Monocolpopollenites tranquillus*, *Tripoporopollenites sp.* (in Ollivier-Pierre, pl. XI, n° 7), *Intratripoporopollenites ollivierae*, *Diporites iszkaszentgyorgyi*, ainsi que de nombreux exemplaires de spores de *Schizeaceae*, *Osmundaceae*.

La présence de Dinoflagellés et en particulier celle de *Wetzeliellaceae* caractéristiques nous permet d'attribuer avec certitude les argiles sapropéliennes au Cuisien

(*) Tous les paragraphes entre guillemets sont dus à J.-J. Châteauneuf.

s.l. ou llerdien supérieur (formation des sables de Laon du Bassin de Paris, formation de Varengeville ou London Clay), c'est-à-dire au niveau de la zone à *Dracodinium similis* ou *D. varielongitudis*. »

Les sédiments argileux des sondages P, d1, d2, d3 appartiennent au même niveau. Cette lentille argileuse correspond aux dépôts d'un marigot aux eaux noires, occupé par une mangrove, éphémère et localisée, faiblement encaissée entre des berges sableuses. Les minéraux argileux ont été étudiés par J. Estéoule (1970) et Cl. Guez (1978); dans les argiles de base, domine une smectite magnésienne (90 %), accompagnée d'illite, sans kaolinite; au-dessus, dans le sapropel noir, la smectite diminue progressivement, au profit de la kaolinite et de l'illite.

Dans l'un des sondages effectués en 1965 pour le pont de Noirmoutier (sondage 3, culée A, côté Fromentine), des argiles noires situées entre -25 et -26 m NGF, à la base des sables biarriziens, épais de 20 m, ont « livré une association très peu différente de celle des niveaux sapropéliques de l'anse Rouge. En effet, la présence des *Wetzeliellaceae* du groupe *similis-solida*, de *Cordosphaeridium inodes*, de *Cyclonephelium ordinatum* et la microflore pollinique associée permettent de paralléliser ce niveau avec les argiles noires du sondage d5 » (entre 3,0 et 3,85 m).

Dans le sondage E2 (effectué en 1953, dans le goulet de Fromentine, à 140 m au Nord-Est de la culée A), une couche d'argile noire, épaisse de 0,10 m, a été traversée vers -20,50 m. Elle repose sur les micaschistes par l'intermédiaire d'un mince lit de gypse, qui s'est infiltré dans les feuillets verticaux de ces derniers; elle est recouverte par de l'argile jaune (1 m), puis par les sables et les cailloutis siliceux du Biarrizien inférieur (17 m de puissance).

La dénivellation entre ces deux gisements et celui de l'anse Rouge est due à l'effondrement du détroit de Fromentine et de la partie méridionale de l'île de Noirmoutier, au Sud de la butte du Pélavé.

Sables roux argileux recouvrant le niveau sapropélien. Dans le sondage d5, les sables situés entre 4,15 et 6 m renferment une « rare microflore marine ou laguno-marine, avec *Pinaceae*, *Juglandaceae* anciennes, *Myricaceae*, *Restionaceae*, spores cicatricosées et quelques exemplaires de *Cordosphaeridium inodes* et de *Cyclonephelium ordinatum* ». Ils appartiennent encore à l'ellerdien supérieur.

D'abord très fins, ces sables deviennent un peu plus grossiers (1 mm) et le façonnement marin est plus marqué (90 % des grains au-dessus de 0,4 mm sont émoussés luisants, d'après S. D., 1960). Le marigot à microflore laguno-marine a été recouvert par des sables franchement marins. Les minéraux lourds sont abondants : la staurotide, l'andalousite et la tourmaline dominent; le grenat est présent. Ce cortège est identique à celui des sables crétacés de Vendée, qui paraissent avoir été remaniés en abondance; dans les lits fins ou grossiers, on trouve des débris de fossiles crétacés silicifiés : *Gryphaea columba* var. *minor*, couverte d'orbicules, débris de Bryozoaires, baguettes d'Oursins, fragments de Rétépores, Nummulites, orbicules, fragments de roches à spicules d'Éponges (Bertrand-Geslin, 1833) (anse Rouge, pointe Saint-Pierre, pointe des Souzeaux).

e4. Cuisien. Sables jaunes supérieurs et grès siliceux. Épais de plusieurs mètres au-dessus du niveau précédent, les sables passent au sommet à des grès siliceux, à un niveau compris entre 5 et 8 m NGF (un peu plus bas au Cobe où ils sont effondrés). On observe d'abord, sur 2 ou 3 m de puissance, des couches à grain plus grossier, à stratification oblique et même des bancs épais de 1 à 2 m, comportant de petits galets de quartz et de silex noir et gris; ce faciès implique l'existence momentanée d'un courant assez violent dans cette partie de la baie. Vers le sommet, le sable formant les grès est de nouveau très fin, comme à la base, la sédimentation se faisant en milieu très calme. La continuité évidente de la sédimentation, sur 13 m au-dessus du dépôt sapropélien de l'ellerdien supérieur, permet de conclure à l'âge cuisien

(s. str.) des sables roux et blancs sus-jacents, déposés au fur et à mesure de la transgression, et ultérieurement cimentés. À la base des grès, on observe des zones mal consolidées dont la surface inférieure est souvent onduleuse et mamelonnée; des masses sableuses intactes sont conservées au milieu des grès, jusqu'au sommet de ceux-ci. Le ciment consiste soit en opale, soit en calcédonite ou même en quartz; dans ce cas, la cassure est lustrée. Les grès sont tantôt blancs, tantôt ferrugineux, et disposés en bancs de 0,30 à 3 m de puissance. L'épaisseur maximale de la zone consolidée est de 10 m environ (le Pélavé, le bois de la Chaise).

Des empreintes végétales ont été signalées dans les grès dès 1825 par Boué et rattachées au Tertiaire par L. Crié (1881).

Flore des grès à Sabals, par N. Vaudois. « L'examen des travaux d'Ami Boué (1825), Bertrand-Geslin (1833), Ed. Bonnet (1905), L. Crié (1881), S. Durand et M.-F. Ollivier (1969), permet de recenser cinq plantes citées dans cette flore, se rapportant pour quatre d'entre elles à des espèces déjà connues dans la flore des grès du Mans.

Il s'agit d'abord de deux palmiers : l'un, *Sabalites andegavensis* Schimper, se présente sous forme de frondes palmées dont les rayons s'insèrent sur un prolongement acuminé étroit du pétiole comme chez quelques genres actuels et en particulier le sabal qui vit en Amérique tropicale et subtropicale; l'autre palmier, *Nipadites* sp. aff. *parkinsoni* Bowerbank est un moule externe du fruit de palmier comparable au *Nypa* actuel. La seule espèce actuelle *Nypa fruticans* est une plante halophile des régions littorales (mangroves) d'Indo-Malaisie.

Ensuite il faut noter la présence de rameaux d'une Gymnosperme : *Araucarites roginæ* (Saporta) Crié (Coniférales-Araucariacées). Ces fragments plus ou moins longs, remarquables par leurs feuilles coriaces et épaisses imbriquées le plus souvent, appartenaient à un arbre dont l'allure générale rappelait certains araucarias de Nouvelle-Calédonie. Les araucarias actuels sont parfois héliophiles et éliminés par les feuillus.

Dans cette flore ont également été trouvés des fruits ou graines d'Angiospermes rapportés au genre de forme *Carpolithes* Schlotheim, aucune précision ne pouvant être apportée concernant l'appartenance de ces fossiles à une famille précise d'Angiospermes.

Enfin des empreintes de grandes feuilles oblongues à apex effilé ont été attribuées à un Lauracée : *Laurus attenuata* Watelet; cette dernière détermination est sujette à caution; il s'agit vraisemblablement de grandes folioles (isolées lors de leur chute) d'une grande feuille de plante tropicale ou de climat chaud.

Toute cette flore a donc des affinités tropicales ou subtropicales.»

Situées dans les couches supérieures des grès du bois de la Chaise et du Pélavé, les empreintes sont les restes d'une végétation clairsemée, presque *in situ*, qui s'étendait sur les sables littoraux accumulés, puis abandonnés par la mer cuisienne. La présence du fruit de *Nypa*, palmier halophile, atteste que la mer était encore proche. *La cimentation des restes végétaux par la silice a nécessairement suivi de peu la mort des plantes : ainsi, l'âge de la flore comme celui de la cimentation peuvent être rapportés, avec beaucoup de vraisemblance, au début de la régression de la mer cuisienne.*

En conclusion, l'ensemble des dépôts sableux et argileux des falaises du bois de la Chaise s'étage depuis la limite Sparnacien—Cuisien (s. l.) (à la base) jusqu'au début de la régression du Cuisien s. str. (au sommet). Comme l'ont montré S. Durand et M.-F. Ollivier-Pierre, les mangroves de l'Illerdien supérieur annoncent la transgression cuisienne dont les dépôts fossilifères sont connus sur le littoral morbihannais. Le Cuisien s. str. est représenté ici par les sables roux supérieurs, plus ou moins cimentés en grès siliceux.

Stratigraphie comparée de l'Ilerdien et du Cuisien dans le Bassin de Paris (d'après J.-J. Châteauneuf et C. Gruas-Cavagnetto) et dans la baie de Bourgneuf.

		Bassin de Paris	Baie de Bourgneuf
Cuisien	Cuisien	Argile de Laon	Sables et grès du bois de la Chaise, du Pélavé, du Cobe et de Pierre Moine
s. str.		Sables de Pierrefonds Sables d'Aizy	
Ilerdien	s.l.	Sables de Laon et formation de Varengeville	Argiles noires de Noirmoutier (bois de la Chaise), du détroit de Fromentine et de la Sennetière. Sables argileux de la Clère
	Sparnacien	Fausses glaises Argiles et lignites	

e5c. Lutétien supérieur. Calcaires dolomitiques à *Nummulites brongniarti*, grès calcaires siliceux (Biarritzien). Au Sud de la baie de Bourgneuf, le môle cristallin de Noirmoutier est encadré au Sud-Ouest et au Sud-Est par des bancs subhorizontaux de calcaires qui se prolongent vers l'Est sous le marais de Bourgneuf et tapissent le golfe de Machecoul. Les terrains holocènes qui constituent la plus grande partie de l'île reposent très vraisemblablement sur la même formation. De part et d'autre de l'île, les bancs calcaires forment des platiers recouverts à mer haute et un grand nombre d'îlots : roches du Devin, chaussée des Bœufs, pointe de la Loire, plateaux de la Vendette et de la Préoire. À la pointe du Devin et à la Loire, ils sont inclinés de 10 à 15° à l'W.SW.

Le calcaire est jaune clair, dolomitique, à grain fin ; tantôt la roche est compacte, à cassure conchoïdale, tantôt elle est vacuolaire et constellée de petites cavités millimétriques remplies de sable blanc ou vert ; la roche est très poreuse. Elle renferme des grains de quartz en abondance et passe localement à un grès à ciment calcaire ; les grains de quartz sont limpides et bien émoussés.

« Le calcaire arénacé des deux affleurements principaux : « Roches du Devin » et « Roches de la Loire », de même que les dalles dans les clôtures des champs, par exemple près de l'Épine, contiennent *Nummulites brongniarti* d'Archiac et Haime, 1853, formes A et B. Cette espèce caractérise la partie supérieure de l'Éocène moyen (Biarritzien, d'après Hottinger et Schaub, 1960). A Noirmoutier, dans d'autres localités de la bordure du Massif armoricain (plateau du Four, Gâvre), *Nummulites brongniarti* indique la *transgression biarritziennne*. Le Lutétien s. str. n'y existe pas en faciès marin » (H. Schaub, *in litt.*).

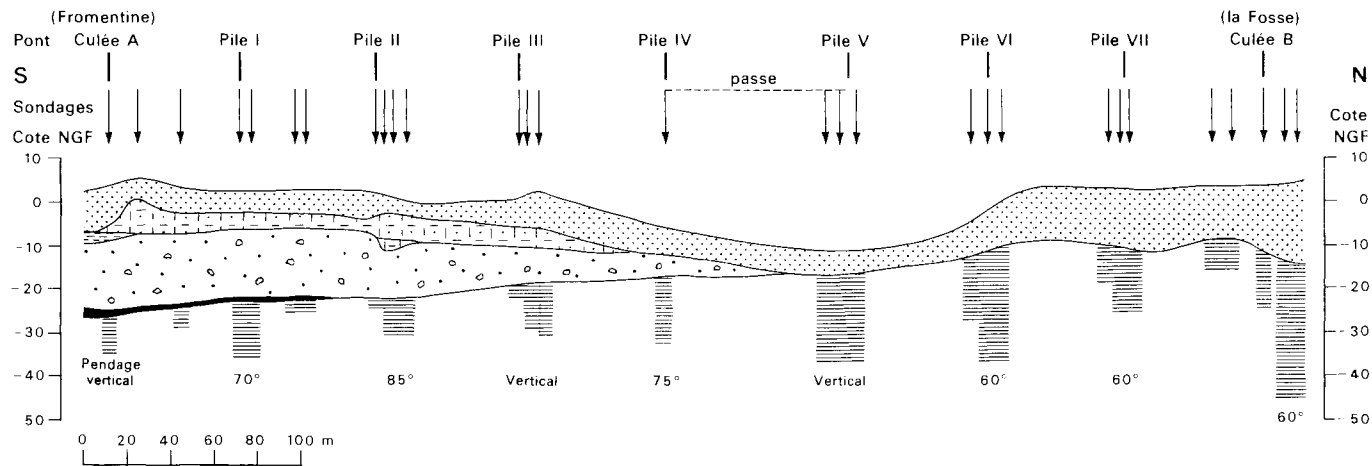
Dans les calcaires sableux des Roches de la Loire, on trouve en outre : *Pecten*, *Cytherea*, *Nucleolites grignonensis*, *Scutella*, *Cassidulus complanatus* (cités par Brongniart).

A l'intérieur de l'île, le calcaire est visible dans quelques points du marais, par exemple au Nord de l'étier de l'Arceau, dans de petites excavations.

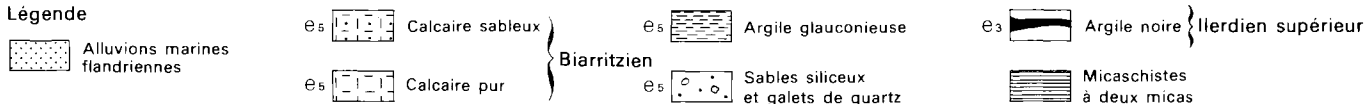
Des sables glauconieux sont localement intercalés dans les calcaires sableux biarritziens :

— au lieu-dit la Seigneurie (à 200 m à l'Ouest de l'église de Noirmoutier) un sondage signalé par A. Charrier-Fillon (1898) et effectué sous 1 m d'argile des marais, a

Fig. 2 – Coupe des terrains, en travers du détroit de Fromentine
par M. Ters



Légende



traversé 2,25 m de calcaire sableux (dont la surface se trouvait vers 2 m NGF), puis 0,30 m de sable noir et plus de 1,50 m de sables verts ;

- à la pointe de Luzérone, Bertrand-Geslin signale un dépôt que nous n'avons pas retrouvé au cours de l'établissement de cette feuille. Il s'agit d'un sable bleu verdâtre, peu agrégé, en couches de 0,10 à 0,30 m d'épaisseur, et de 8 à 10 m de puissance, reposant sur les micaschistes à grenats. Plus loin, dans le texte, le même dépôt est désigné sous le nom de « grès vert ». Il est incliné de 75° au Sud. Cette pente du dépôt sableux, tout à fait anormale, est peut-être en relation avec l'effondrement du Biarritzien, à la lisière sud du noyau cristallin de Noirmoutier.

Facès du Biarritzien sous le goulet de Fromentine. Ils sont connus par une quarantaine de sondages profonds (fig. 2).

- **Calcaires sableux.** Entre la culée A et la pile IV, la fraction siliceuse, à grains de quartz, est souvent importante ; ils forment une dalle plus ou moins résistante, épaisse de 5 à 8 m, et située entre 0 et - 10 m ; elle se termine en biseau, sous la passe, par suite de l'érosion en bas-niveau marin quaternaire. Sur le talus nord de la passe, les calcaires sableux sont conservés à 180 m au Nord-Est de l'ancienne cale d'hydravions (la Fosse).

Dans les calcaires biarritzien, les grains de sable sont généralement limpides et usés (émoussés luisants) ; on y trouve de la staurotide (64 %), de la tourmaline (14 %), de l'andalousite (12 %), du grenat (6 %). (S. Durand, 1960).

- **Calcaires purs plus ou moins dolomitiques.** Sous le pont, les calcaires non sableux n'ont été repérés que sous la pile II où ils comblent une petite dépression, sous les calcaires sableux.

Entre l'estacade de Fromentine et le CD 25 à Noirmoutier, le calcaire biarritzien s'étend entre - 2 m et une profondeur supérieure à - 15 m ; il est représenté par des calcaires durs, à structure vacuolaire, à cavités résultant de la dissolution des coquilles et enduites d'argile brun chocolat, ou à aspect de lumachelle. Ils comportent des intercalations de calcaire à grain très fin, sublithographique, de couleur crème, ou de calcaire blanc d'aspect crayeux. Ces faciès sont identiques à ceux des carrières du Molin et de Puits-Neuf, au Nord de Challans.

Le long de la côte de Fromentine, à l'Est de l'estacade, à une vingtaine de mètres du rivage, la surface du calcaire affleure entre - 2,60 et - 6,60 m ; la base se trouve au-delà de - 16 mètres.

- **Sables siliceux.** Sous les calcaires sableux du goulet et sous les calcaires lumachelliques situés au Nord-Ouest de Fromentine, reposent des sables siliceux, épais de 5 à 15 m. Ils sont généralement fins, hétérométriques ; à la base, ils sont mélangés de galets de quartz anguleux. Ce faciès existe à Puits-Neuf (sous les calcaires dolomitiques du Biarritzien), où il renferme *Ostrea multicostrata* Deshayes (J. P. Margerel et M. Ters, 1965). L'âge de cette formation reste imprécis.

p2. Pliocène marin. Sables et galets. À 3 km au Sud-Est de la Plaine-sur-Mer, subsiste un placage de sable et de galets siliceux, entre 20 et 25 m d'altitude. Par son matériel, il se relie aux restes de dépôts pliocènes, si nombreux à l'Est (feuille Machecoul). Le sable est fin, NU ou EL, et mêlé à un peu de gravier quartzeux ; les galets sont petits : dragées de quartz, silex et restes de Spongiaires sénoniens remaniés. Ce lambeau est un témoin des dépôts marins graveleux pliocènes qui ont recouvert l'ensemble de la région de la Basse-Loire, jusqu'à 50 m d'altitude au moins.

Quaternaire récent et actuel

Mx. Alluvions marines anciennes. Sables et galets. Au N.NW du bourg de Noirmoutier s'étend une plaine de remblaiement d'altitude presque uniforme (5 à 6 m) depuis les Touches jusqu'à la Blanche ; elle est constituée par une nappe sableuse,

épaisse de 2 à 4 m, renfermant de très nombreux galets bien roulés, avec quartz dominant, granite, micaschistes, pegmatite, silex jaune et silex gris allongés, phanite, grès siliceux éocène, calcaire (la Clère, le Grand Vieil, la Messandrie). Cette nappe est tranchée par la falaise, à l'Est du bois de la Chaise. Dans l'anse Rouge, elle repose sur les sables cuisien et affleure entre 6 et 8 m NGF; épaisse de 2 m, elle renferme les mêmes galets que sur la plate-forme. La matrice sableuse est très éolisée (44 % de grains ronds-mats (Wang) associés à des émoussés-luisants et des non-usés). Les galets de roches cristallines sont un peu altérés.

La même formation affleure à la pointe des Souzeaux, où l'on peut observer une couche de galets roulés épaisse de 0,40 m, perchée dans une encoche contre la paroi de dalles de grès siliceux et de sable cuisien; la base est à 9 m NGF. Bertrand-Geslin l'avait signalée, sur 2 m d'épaisseur. Dans la partie nord-ouest de la plage des Souzeaux, à 15 m à l'Est de la digue, entre 10 et 30 m de la falaise, subsiste un reste de plage ancienne, à matrice de sable éolisé et rubéfié, durcie, mais non silicifiée, avec galets de quartz, phanite, silex jaune, grès éocène et granite. Ce dépôt de base repose sur le micaschiste, vers 0m NGF.

À la pointe de Saint-Pierre (bord sud sur 250 m), le dépôt est hétérogène, avec quartzite, quartz roulé, silex blonds et gris, graviers quartzeux et sable grossier, disposés en couches lenticulaires. Il s'élève entre 6 et 7,5 m NGF. E. Bocquier y a trouvé, à la base, un coup de poing en silex de type acheuléen. La présence de nombreux galets de calcaire et de roches cristallines encore bien cohérentes permet d'attribuer ce dépôt marin au Quaternaire (interglaciaire Riss-Würm?). Le niveau relatif serait de 5 à 8 m au-dessus de l'actuel.

Remaniés après leur dépôt, les sables rouges supérieurs renferment des pointes, des lames et des éclats d'aspect moustérien au Sud de la pointe de Saint-Pierre (E. Bocquier).

LP. Limon éolien (Würm). Des restes de dépôts éoliens subsistent sur les plateaux de la presqu'île de Saint-Gildas, à l'Est et à l'Ouest de la Plaine. Leur épaisseur ne dépasse pas 0,8 mètre. Sur les surfaces en pente, ils ont été décapés et remaniés dans les coulées de solifluxion wurmiennes et dans les colluvions holocènes, et ils constituent une partie importante du colmatage flandrien de fond de vallée. Beiges en surface jaunes en profondeur, les sols podzoliques formés dans ces limons comportent au sommet un horizon lessivé blanc, constitué par une très fine poudre de quartz, peu fertile et de pH acide (5 à 6). Dans l'horizon B, enrichi en argile et de couleur jaune, l'illite domine, accompagnée d'un peu de kaolinite. La fraction sableuse comprend de nombreux grains ronds-mats, remaniés à partir de formations éolisées, façonnées au début du Quaternaire, ainsi que des grains luisants remaniés des dépôts marins pliocènes, qui recouvrirent toute la presqu'île. Ces limons proviennent du soufflage, en milieu périglaciaire aride, de poussières arrachées au socle cristallin altéré et de sables qui tapissaient encore localement la région. On y trouve le cortège des minéraux lourds des sables pliocènes (staurotide, andalousite, disthène, etc.) mêlé à celui des sables de Loire épanus sur le plateau continental pendant la régression wurmienne (augite, olivine, fibrolite). Ces limons reposent sur des nappes de solifluxion, ou sur un mince cailloutis de désagrégation du socle, formant parfois une *stone-line* (rive sud du ruisseau de Tharon). Ils se sont déposés pendant une phase sèche et froide du Pléniglaciaire wurmien; les vents dominants soufflaient alors de l'Ouest, comme actuellement.

D. Dunes. Une dérive NW—SE est favorable à la formation de dunes littorales, sur le versant sud-ouest de l'île. Le cordon principal s'allonge de l'Herbaudière à l'Épine et à la Fosse, où il rejoint presque celui de la côte de Fromentine. Au Nord-Ouest, le cordon sableux est ancré sur les gneiss de Luzérondé et ailleurs sur les écueils du platier rocheux de calcaire biarrizien. Les dunes culminent à 22 m (la Loire); leur

formation résulte du vannage d'étendues sableuses émergées, et remonte vraisemblablement, au début, à une époque où le niveau marin était à quelques mètres au dessous de l'actuel (âge du Fer). Le cordon dunaire de la Clère à la Linière est bas et étroit (100 à 300 m).

Au Nord-Est de l'île, la flèche des Sableaux est directement alimentée par les sables cuisiers du bois de la Chaise qui affleurent en falaise. Leurs minéraux lourds proviennent en partie du remaniement des sables éocènes locaux (staurotide, andalousite, disthène) et en partie de celui des sables de Loire déversés sur le plateau continental pendant le Würm et refoulés vers les côtes lors de la transgression flandrienne (minéraux caractéristiques : olivine, augite, hypersthène, fibrolite). Les dunes de Fromentine renferment un pourcentage important de grains de quartz éolisés pendant le Quaternaire ancien et remaniés dans l'eau (RM et EM lustrés) (J. Mounès).

À la pointe de Saint-Gildas, les cordons dunaires sont étroits et minces, et surtout limités à la partie basse du bloc basculé (de la Prée à la Tara).

De nombreux petits *kjoekkenmøding*(*) existent sous la dune des Sableaux, au Sud de la pointe de Saint-Pierre. Épais d'une trentaine de centimètres, ils renferment des coquilles d'Huîtres, de Patelles, accompagnés de débris de Bœuf et de Chèvre, avec traces de cendres et silex craquelés (E. Bocquier).

Mz. Flandrien. Alluvions marines : bri. Les marais recouvrent une cuvette qui s'étend entre le noyau granitique de Noirmoutier et les platiers de calcaire biarrizien du Devin, de la Loire, de la Fosse et de la Vendette, et colmatent les irrégularités de leur relief préflandrien. Le petit marais de la Clère est installé dans une dépression, recréusée dans les alluvions marines anciennes (Mx).

Drainé par des étiers en communication avec la mer, la surface du marais culmine presque partout à une altitude inférieure au niveau des plus hautes mers. La partie sud, poldérisée, est couverte de cultures, tandis qu'au Nord une grande partie est exploitée comme marais salants : la formation de ces marais est associée au comblement du fond de la baie de Bourgneuf, encore très actif : les eaux turbides de la baie sont alimentées en sédiments fins par les apports de la Loire, surtout considérables au moment des crues fluviales, lorsqu'elles coïncident avec des marées de faible amplitude. Les masses en suspension sont refoulées dans la baie de Bourgneuf, où elles se décantent ; la décantation a lieu après l'étalement de pleine mer, pendant le début du jusant. Malgré les processus érosifs du début du flot et de la remise en suspension, en fin de jusant le bilan sédimentaire est positif dans l'ensemble de la baie de Bourgneuf (1 cm/an en moyenne) aux lisières du Marais.

Le « bri », ou terre de marais, est constitué par de très fines particules de quartz, de feldspath, de calcite et de dolomie, accompagnées par des minéraux argileux : illite, kaolinite, montmorillonite et complexes gonflants, ainsi que de la chlorite. Il renferme des coquilles, surtout *Cardium edule*, *Scrobicularia plana*, et des Nasses.

Sur leur lisière orientale, les marais de la Guérinière et de Barbâtre sont bordés par des sables argileux très fins, submergés à mer haute. À l'Ouest, le marais est protégé par un cordon dunaire, de Luzéronde à l'Epine et à la Fosse. La zone la plus menacée est située entre Luzéronde et l'Epine, là où la dune est la plus étroite : la côte est protégée par des *perrières*, le long de la dune, et par des épis transversaux destinés à retenir le sable (pointe du Devin).

La *chaussée du Gois* (**) ou « Pé » est une falaise résultant de l'accumulation des sédiments, à la rencontre des deux courants de flot opposés qui contournent l'île de

(*) Dépôts coquilliers anthropiques.

(**) Le nom du *Gois*, ou *Goâ*, est d'origine celtique et correspond à une forme *Coz is*, le vieux gué et, probablement, à une forme celtique encore plus ancienne *Coz atha*, donnant *Coz aza*, puis *Cozaha*, d'où *Goaa* et *Goa*. Les deux formes aboutissent à la prononciation française *Gois* = *Goa*, à partir de la déceltification de la contrée.

Noirmoutier, l'un par le Nord, l'autre par le Sud. Le courant du Nord, plus violent, franchit le Gois dès avant la pleine mer, en refoulant le flot venu du goulet. Le courant vers le Sud persiste jusqu'à la basse mer (F. Verger). Les fonds sableux du Gois semblent ancrés sur des écueils rocheux (à - 6,31 m NGF, près de la Prise à Robard, et - 5,40 m près de Bellevue). Le remblaiement s'est exhaussé au fur et à mesure de la transgression flandrienne ; le passage semble avoir été utilisé dès le IX^e siècle, au moins. Une chaussée, jalonnée par des balises, y a été installée au XIX^e siècle. Plusieurs fois exhaussée, elle se trouve actuellement à un niveau proche du 0 NGF et découvre pendant 4 heures en morte eau et 5 heures en vive eau (F. Verger). L'importance des apports de la Loire dans le remblaiement ressort bien de la composition des minéraux lourds contenus dans le sable : le cortège d'origine volcanique (olivine, augite, hypersthène) atteint 40 %.

Des bancs de tourbe holocène ont été repérés sous les alluvions flandriennes, dans deux sondages effectués dans le goulet de Fromentine. Reposant sur le calcaire éocène, ces tourbes se trouvent :

- entre - 2,90 et - 3,55 m NGF dans le sondage E 1 (90 m à l'Est de la culée A du pont, côté Fromentine) ;
- entre - 3,29 et - 4,04 m dans le sondage G 1 (300 m à l'Est de la même culée). (cf. fig. 3).

Sédiments sous-marins. On trouvera des renseignements complémentaires de ceux donnés dans cette notice et la légende de la carte pour les sédiments sous-marins dans les notices accompagnant les cartes sédimentologiques sous-marines à 1/100 000 Saint-Nazaire et Ile d'Yeu ainsi que dans les publications de D. Gouleau (1968, 1971) sur le remplissage sédimentaire de la baie de Bourgneuf.

REMARQUES STRATIGRAPHIQUES ET STRUCTURALES

SCHISTES CRISTALLINS ET GRANITES DE L'ÎLE DE NOIRMOUTIER

Depuis l'île du Pilier jusqu'à la pointe des Souzeaux, les schistes cristallins appartiennent au flanc nord-est d'un anticlinal qui se prolonge au Sud-Est sous le détroit de Fromentine (la Fosse). La succession des termes de cette série métamorphique s'établit ainsi, de bas en haut :

- gneiss œillés catazonaux à sillimanite du Pilier (=gneiss œillés de Saint-Brévin-l'Océan),
- gneiss à deux micas de l'Herbaudière,
- micaschistes albitiques à deux micas de la Fosse, à staurotide,
- micaschistes à grenat et staurotide de la pointe des Souzeaux.

Modérément inclinés au Nord-Est à l'Herbaudière, ces terrains sont subverticaux à la Fosse et à l'île du Pilier. Les faciès de ces micaschistes et de ces gneiss sont très comparables à ceux de la série de Saint-Brévin (feuille Paimbœuf) dont le métamorphisme est d'âge éo-dévonien. La mobilisation anatectique atteint son paroxysme à l'île du Pilier.

L'anticlinal de Noirmoutier (reconnu depuis le Pilier jusqu'à la Fosse) disparaît au Sud-Est, mais n'a pas été repéré sur le continent où les micaschistes de Saint-Gilles s'étendent depuis Challans jusqu'à Givrand, au Sud (feuille Palluau).

Outre une granitisation d'origine anatectique (l'Herbaudière), le noyau de schistes cristallins de Noirmoutier comporte des intrusions successives : entre la Linière et le Grand-Vieil, affleure un granite leucocrate laminé, à structure feuilletée. Par contre, le massif de granite fin à deux micas de Luzay, qui forme l'ossature de l'île, est indemne de tout écrasement.

TECTONIQUE SECONDAIRE ET TERTIAIRE EN BAIE DE BOURGNEUF ET DANS L'ÎLE DE NOIRMOUTIER

Affaissements antérieurs au Crétacé supérieur. En contrebas du plateau du Pays de Retz, la baie de Bourgneuf fut occupée par la mer dès le Crétacé moyen et au Crétacé supérieur [craie à silex turoniens de Langouitière (en la Bernerie), calcaires et argiles de la Lande et des Souzeaux, en Noirmoutier]. Ces affaissements pourraient dater du Cénomaniens, comme dans le bassin de Challans.

Affaissements post-ilerdiens et pré-biarritzien. Dans cette région basse, au pied de faibles talus rocheux (les Souzeaux, la Sennetière), se déposèrent des sables, puis des argiles de l'ilerdien supérieur, riches en microflore et en microplancton.

L'altitude des dépôts pourvus de microplancton est remarquablement constante en Basse-Loire : 1 à 2 m NGF à la Sennetière, 3 à 4 m à l'anse Rouge en Noirmoutier, 0 à 5 m dans la vallée du Tenu. Par contre, dans le goulet de Fromentine, les argiles noires qui renferment le même microplancton se trouvent entre - 25 et - 26 m, sous la culée sud du pont (fig 2), et vers - 20 m entre les piles I et II, à 140 m à l'Est du pont.

La surface d'érosion qui tranche les micaschistes est inclinée du Nord au Sud, de - 10 m (culée B) à - 25 m (culée A). La dénivellation d'une trentaine de mètres entre les gisements contemporains de l'anse Rouge et de la Culée A du pont suggère un basculement post-ilerdien du socle.

Par ailleurs, les sables blancs siliceux (fig. 2) sont plus épais au Sud qu'au Nord du pont et ils semblent combler en biseau une dépression antérieure à leur dépôt. Par contre, la dalle de calcaire biarritzien qui les surmonte est subhorizontale : *les mouvements pourraient être post-ilerdien et pré-biarritzien.*

Affaissements post-biarritzien. Le Biarritzien culmine, dans la Basse-Loire, à 35 m au moulin de la Nation, à 20 m au Molin et à 3 m à l'île de Noirmoutier. Quoiqu'une faible pente d'ensemble d'Est en Ouest soit normale pour ces dépôts côtiers, les preuves de déformations tectoniques post-biarritziennes sont nombreuses. Elles ont été décrites par J.-R. Vanney, autour de l'île d'Yeu, et par J. Mounès dans la baie de Bourgneuf (1974, p. 128) :

- existence de blocs de calcaire à Alvéolines à la cote 16 m, empâtées dans des solifluxions wurmiennes, au Sud du moulin de l'Hopiteau, en Saint-Cyr, qui implique un certain rejeu post-biarritzien de la grande faille qui longe le talus nord de la baie de Bourgneuf, entre la pointe de Saint-Gildas et Machecoul. Ce rejeu est antérieur au dépôt du Pliocène ;
- basculement vers l'W.SW du calcaire biarritzien de la Mothe au Roux, au Sud-Est de Fresnay-en-Retz ;
- grandes cassures dans les calcaires des Chaumes de Machecoul (orientées N 130° E) ;
- effondrement du Biarritzien, au pied de la faille, entre l'Herbaudière et Noirmoutier, et probablement aussi dans le détroit de Fromentine.

De nombreuses autres failles, de direction sud-armoricaine, non datées, ont été reconnues par sismique réflexion (Y. Delanoë et *al.*, 1971) ; deux d'entre elles encadrent l'îlot de grès cuisien de Pierre-Moine.

PALÉOGÉOGRAPHIE DE L'ÉOCÈNE INFÉRIEUR DANS LA RÉGION DE LA BASSE-LOIRE

La découverte récente de nombreux gisements de l'ilerdien supérieur, figurés sur les feuilles Paimbœuf, Machecoul, Noirmoutier et Saint-Philbert-de-Grand-Lieu, et l'analyse palynologique de ces dépôts fossilifères, apportent la preuve que, dès cette époque, le vaste territoire occupé par ces feuilles constituait une région basse,

au relief très peu différent de l'actuel (baie de Bourgneuf, dépression de Grand-Lieu, dépression de Haute-Perche).

Tous les dépôts ilerdiens sont situés entre 0 et 5 m lorsqu'ils renferment des microfossiles laguno-marins et entre 5 et 15 m lorsqu'ils renferment une flore continentale. Seuls les dépôts du goulet de Fromentine sont situés à un niveau plus bas (— 20 à — 26 m), par suite de l'effondrement de la partie sud de l'île de Noirmoutier.

La baie de Bourgneuf formait, au début de l'Ilerdien, une vaste dépression dont le fond était occupé en partie par des chicots de micaschistes (le Cobe, les Moutiers, la Sennetière) ou de granite et en partie par des sédiments du Crétacé supérieur (calcaires de la Bernerie, Langouttière, argiles grises du Cobe). Les dépôts sableux de l'Ilerdien ont colmaté les dépressions du socle cristallin et les vallons creusés dans les argiles du Crétacé :

- dans l'anse de la Clère, ils remblaient un vallon orienté au Nord-Est ; à la base du sondage (fig. 1), la dénivellation est de 5,20 m par rapport aux micaschistes de la pointe des Souzeaux, et de plusieurs mètres par rapport au sommet des affleurements granitiques de la plage de la Clère ;
- dans l'anse Rouge, ils remblaient un vallon orienté E—W ; la base des sables est à plus de 5,40 m en contrebas des micaschistes de la pointe des Souzeaux et à 6,50 m en contrebas du sommet de l'argile grise c6 (fig. 1).

Au tout début de l'Ilerdien, la baie de Bourgneuf fut occupée par une mer très peu profonde, dont les sédiments sableux remanient le Crétacé sous-jacent. À l'Ilerdien supérieur se formèrent des bancs de sables occupés par des palmiers *Nypa*, séparés par des marigots et des zones marécageuses aux eaux noires où se déposèrent des sédiments laguno-marins de mangrove où proliféraient les *Dinophyceae* (la Sennetière, sur la rive nord de la baie ; le bois de la Chaise, sur la côte nord de Noirmoutier ; Fromentine, à l'extrême pointe sud-est de la baie). L'ensemble de ces dépôts couvre les trois zones de *Dinophyceae* de l'Ilerdien supérieur, définies par J.-J. Châteauneuf et C. Gruas-Cavagnetto (1978) : zone à *Wetzeliella meckelfeldensis*, zone à *Dracodinium similis* et zone à *D. varielongitudis*.

Au fur et à mesure de la transgression cuisienne, les dépôts argileux de mangrove furent recouverts par des sables argileux, puis par les sables siliceux de la transgression maximum ; l'existence de courants violents locaux est attestée par les niveaux grossiers du bois de la Chaise. À l'apogée de la transgression cuisienne, la baie de Bourgneuf fut recouverte par une vaste nappe de sable fin dont les témoins plus ou moins cimentés subsistent à Noirmoutier, aux îlots de Pierre-Moine et de la Pierre du Chenal. Lors de la régression cuisienne, les étendues sableuses nouvellement émergées étaient occupées par des Palmiers *Nypa* et *Sabal*, et par des *Araucaria*, plante pionnière. La cimentation locale des sables, dans la zone de battement des nappes phréatiques, a vraisemblablement été rendue possible par l'apparition de périodes saisonnières d'aridité, en climat tropical.

Dans le Pays de Retz, les dépôts ilerdiens de la Nouiterie (2 km au Nord-Ouest de Chauvé, feuille Paimbœuf à 1/50 000) et du moulin des Penauds (1 km au Sud de Saint-Hilaire-de-Chaléons, feuille Machecoul) remblaient la partie en amont de petites vallées affluentes de cours d'eau importants : Haute-Perche et Acheneau. La palynoflore de ces gisements est continentale et leur altitude est un peu plus élevée que celle des gisements laguno-marins (5 à 15 m).

Autour du lac de Grand-Lieu, les nombreux gisements figurés sur la feuille Saint-Philbert remblaient aussi des paléovallées (Tenu, Redour...) ; les gisements à flore laguno-marine sont situés à la même altitude que dans la baie de Bourgneuf (0 à 3 m NGF) ; les dépôts à flore continentale sont un peu plus élevés, comme aux environs de Machecoul (5 à 10 m).

Les récentes découvertes de gisements de l'Ilerdien supérieur apportent la preuve qu'à cette époque la région de la Basse-Loire était pourvue d'un relief et d'un réseau hydrographique très peu différents de l'actuel. Les témoins de la microflore attestent l'existence d'une végétation exubérante, « de climat chaud et humide, subéquatorial à tropical » (J.-J. Châteauneuf).

LES PALÉOVALLÉES SUBMERGÉES DE LA BAIE DE BOURGNEUF

(d'après Y. Delanoë et al., 1971, et D. Gouleau, 1968)

La limite nord du Lutétien calcaire forme une ligne sinueuse portée sur les fonds sous-marins de la carte par D. Gouleau. Entre cette ligne et la côte de la presqu'île de Saint-Gildas affleure le socle (porphyroïdes, granites), creusé par de profondes paléovallées, orientées E.SE—W.NW :

- *le chenal de Pornic*, entre la côte et les roches de la Couronnée, est profond de — 25 m NGF à la hauteur de Sainte-Marie et descend au-dessous de — 38 m au Nord du banc de Kerouars ;
- *le chenal de la Pierre* : profond de — 33 m au Nord de la Vendette, il descend à — 48 m au droit de la pointe de Saint-Gildas ;
- *le chenal du Centre* : profond de — 18 m au Nord de la Vendette, il descend jusqu'à — 38 m au droit de la pointe de Saint-Gildas ;
- *au Nord et au Sud de Pierre-Moine* ont été repérés deux talwegs, profonds de — 20 à — 40 mètres.

Toutes ces gouttières fluviales aboutissent à l'ancienne vallée de la Loire, vers — 50 à — 60 m, à l'aval de la *fosse du Croisic*, au large de l'estuaire.

ARCHÉOLOGIE PRÉHISTORIQUE

On peut signaler les monuments mégalithiques suivants :

- le grand menhir du phare de la pointe des Dames,
- le menhir tombé du Grand Morier, entre les hameaux de Guérande et de la Menisière (à 1 km au Sud-Est de l'Herbaudière), signalé par Charier-Fillon,
- le dolmen de la pointe de Saint-Gildas, actuellement recouvert par la dune.

De nombreux amas de *kjækkenmøding*, épais de 30 cm, ont été signalés en falaise par Ed. Bocquier ; ils forment deux lits : l'un à la partie supérieure du sable noir néolithique, l'autre à la base de la dune ; ils renferment des coquilles d'Huîtres, de Patelles et des débris de Bœuf, de Chèvre et de Chien (pointe Saint-Pierre).

TRAVAUX DE DÉFENSE DE L'ÎLE DE NOIRMOUTIER

Le secteur le plus exposé est celui qui fait face aux vents de Nord-Ouest et de Sud-Ouest, c'est-à-dire le rivage septentrional et le rivage occidental de l'île. Toutefois, le pédoncule dunaire ne recule pas. Il est enrichi en sable par les apports d'une dérive littorale qui porte vers le Sud-Est, et consolidé par un engazonnement et par des pinèdes créés pour sa défense. Il fut toutefois attaqué dans le passé, surtout par le vent dont les tourbillons creusaient dans les dunes des cratères dits *ventouses* ; et une « tempête de sable », en 1763, ensevelit un bois d'ormeaux, un hameau et un moulin à vent près du moulin de la Potence, à l'Ouest de la Maison Rouge, au Nord de Barbâtre. Vers 1810, le village des Eloux fut reporté plus à l'Est, l'ancien hameau s'étant enfoui sous la dune.

Au phare des Dames, les vents dominants viennent du Sud-Ouest et ce sont ceux des tempêtes les plus fréquentes et les plus fortes. En 3^e position viennent les souffles d'Ouest et en 4^e ceux de Nord-Ouest. Les vents de Nord-Est sont les seconds

par ordre de fréquence ; d'où le fait que la côte orientale, bien qu'abritée des houles du large, soit encore parfois menacée malgré la faible étendue marine balayée par le vent en baie de Bourgneuf. Quant aux vents d'Est, du Sud-Est et du Sud, leur fréquence est faible.

Au Nord, l'attaque porte surtout sur les dunes de la Linière, exposées aux rafales de Nord-Ouest. La dune recule, mais beaucoup moins que d'autres dans le Finistère ou dans le Cotentin. Dès 1970, on y voyait un blockhaus allemand basculé sur la plage et un second à la base duquel la dune était sapée au point de le mettre en surplomb. À l'Ouest, la pointe du Devin, protégée par un perré et 10 épis, puis, en arrière du perré, par une digue de terre édifiée de 1805 à 1809 par un des Jacobsen, est la plus menacée ; la digue de terre arrêta, au XIX^e siècle, le flot qui menaçait les terres basses du centre de l'île après une rupture du perré. En janvier 1972, le perré, long de 1300 m, fut rompu sur 120 m et 3000 m². De nouvelles menaces sont apparues depuis, comme à la pointe de la Loire (« Loire » signifie étang à Noirmoutier), également protégée en partie par un perré, près de la Guérinière. Mais la zone la plus étroite de l'île reste en péril. En 1934, des digues se rompirent à l'Est, notamment à la Tresson. En 1977-78, les attaques surgirent des deux côtés, et une brèche s'ouvrit dans la digue des polders de la Nouvelle Brille, encore à l'Est. Au Sud-Est, la digue des polders de 1856 fut naguère ouverte par une brèche et la mer creusa le Trou de Sébastopol qu'on protégea d'un raccord semi-circulaire. Au Nord-Est, des épis rustiques de pierres brutes (granite) et des murs de même nature défendent le hameau du Vieil. Au Sud de celui-ci, un perré, posé sur la dune, s'affaissa en plusieurs points, l'eau pénétrant par ses fissures, entraînant le sable et formant des sortes de cratères égueulés qui furent sommairement colmatés (goudron et gravillons). À la Claire, aux Sableaux, des épis de bois furent construits, mais non entretenus, si bien que certains ne servent plus à rien. Quant au secteur du bois de la Chaise, où l'attaque est la plus sensible à l'œil du passant estival, il paraît surtout devoir celle-ci non à la mer, mais aux infiltrations dans les grès et à l'action des racines des chênes verts qui s'insinuent dans les diaclases. On a tenté d'opposer à l'attaque une défense dérisoire, sans rapport avec la cause réelle des dommages, faite de petits murs obturant les fissures les plus larges, maçonnées à leur base et constitués plus haut d'un entassement de pierres sèches. Les grès éocènes n'en croulent pas moins en chaos au fond des menues criques et l'accès de certaines d'entre elles est interdit.

Au total, la configuration générale de l'île n'a guère changé depuis les travaux entrepris pour sa défense au XVIII^e siècle et dans la première moitié du XIX^e. Les retouches ne sont que de détail et minimes, mais il faut souvent réparer les ouvrages endommagés.

RESSOURCES MINÉRALES

Gîtes minéraux

Sur le bord de la mer, entre la côte et le rocher du Cobe (8-4001) qui est au large, on découvre à marée basse une couche d'argile blanche très riche en pyrite qui apparaît au pied de la falaise sur 1 m de puissance.

Dans les alluvions des ruisseaux, on trouve des traces de cassitérite (Préfaïlles), de galène et de chalcopyrite (la Masure).

Matériaux de construction

γ¹. *Granite à biotite*. Le granite à grain fin de Noirmoutier a été exploité dans de petites carrières maintenant abandonnées (le Fief-l'Abbé, la Houssinière, Luzay).

ζ³p. *Porphyroïdes*. Ces roches se débitent très facilement en dalles et ont été largement utilisées pour la construction, dans toute la presqu'île de Saint-Gildas.

e5c. Le calcaire du Biarritzien, à débit en dalles, a servi à la construction des maisons, à la clôture des champs et à l'édification des *perrés* de protection des rivages.

DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES

On trouvera des renseignements géologiques complémentaires et en particulier un itinéraire dans le *Guide géologique régional : Poitou, Vendée, Charentes*, par J. Gabilly (1978), Masson éd. :

— *itinéraire 10 b*. Le Marais breton et l'île de Noirmoutier, par M. Ters.

SONDAGES

Sondages dans le détroit de Fromentine (cf. fig. 3)

48 sondages de reconnaissance ont été faits, entre 1953 et 1955. Les échantillons des sondages marqués d'un astérisque sont conservés à l'Équipement de Beauvoir-sur-Mer (Vendée).

N ^{os}	Profondeur (cotes NGF)	N ^{os}	Profondeur (cotes NGF)
A1	+ 5,50 à - 19,08	G8	+ 9,60 à - 2,10
B1	+ 6,21 à - 4,39	G8bis	+ 10,39 à - 5,00
B2 (*)	+ 0,73 à - 16,73	H1	+ 8,60 à - 10,35
B3	+ 1,78 à - 19,72	H2(*)	- 0,12 à - 20,12
C6 bis	+ 10,35 à - 12,65	H3(*)	+ 0,48 à - 19,62
C1	+ 6,13 à - 3,15	I1	+ 5,80 à - 5,49
C2	+ 0,03 à - 19,67	I2 (1)(*)	+ 0,48 à - 18,12
C2bis	+ 0,22 à - 16,50	I3(2)(*)	+ 0,43 à - 20,47
C3	+ 1,58 à - 16,20	J9	+ 9,70 à - 2,44
D1	+ 6,00 à - 1,43	K1	+ 4,91 à - 7,29
D2	+ 0,58 à - 12,62	K2	+ 4,64 à - 9,74
D3	+ 0,53 à - 19,97	K3	+ 4,55 à - 8,01
D4	+ 1,08 à - 19,08	K4	+ 4,86 à - 4,34
D6bis	+ 10,06 à - 15,34	K5	+ 4,63 à - 8,53
E1	+ 6,00 à - 5,64	K6	+ 4,66 à - 20,34
E2(*)	+ 0,33 à - 20,97	K7(*)	+ 7,48 à - 8,93
E3(*)	+ 1,28 à - 21,22	L3(*)	+ 1,88 à - 15,12
F1	+ 5,63 à - 8,95	L4(*)	+ 0,83 à - 12,67
F2(*)	+ 0,03 à - 20,92	L7(*)	- 1,24 à - 12,94
F3	+ 0,33 à - 21,00	L8(*)	- 1,32 à - 17,02
G1	+ 5,95 à - 10,04	L9(*)	+ 0,70 à - 9,40
G2(*)	- 0,02 à - 18,27	L10	+ 3,58 à - 8,02
G3(*)	+ 0,98 à - 21,02	près de 1, culée B	+ 10,00 à - 45,00
G7bis	+ 10,18 à - 14,82		

Sondages de 1965-66 (Tramafor-Courbot). Les échantillons sont conservés à l'Équipement de la Roche-sur-Yon.

1. Culée B, la Fosse	+ 4,26 à - 36,19
2. Pile II	- 3,70 à - 37,70
3. Culée A, Fromentine	+ 3,62 à - 31,38
4. Pile VII	+ 0,20 à - 18,55
5. Pile VI	- 2,62 à - 40,00
6. Pile I	- 2,62 à - 42,62
7. Pile III	- 3,72 à - 28,22
8. Pile IV	- 6,41 à - 36,47
9. Pile V	- 11,57 à - 35,17

Sondages de 1969 (Fondédile-Dumez). Pas d'échantillons conservés.

1. + 3,00 à - 32,55	8. + 2,00 à - 13,10
2. + 3,51 à - 27,19	9. + 2,50 à - 29,40
4. + 3,00 à - 29,45	15. + 3,10 à - 27,80
5. + 3,20 à - 26,55	16. + 3,00 à - 25,90
6. + 2,60 à - 24,90	17. + 3,00 à - 26,10
7. + 2,90 à - 23,90	

Coupes de quelques sondages

Sondage 3, sous la culée A du pont de Fromentine (côté Fromentine)

+ 3,62 à - 0,68 :	sable fin à débris coquilliers	Flandrien
- 0,68 à - 7,38 :	sable grossier, avec galets de silex, de calcaire lutétien et fragments de coquilles	
- 7,38 à - 8,38 :	argile verte glauconieuse, à gros grains de quartz	Lutétien
- 8,38 à - 24,38 :	sable siliceux jaune pâle, très meuble	
- 24,38 à - 25,38 :	argile sableuse verte, à grains de glauconie	supérieur
25,38 à 26,88 :	argile noire sableuse, avec pyrite et gypse	Ilerdien sup.
- 26,38 à - 31,38 :	micaschistes à deux micas et grenats	

Sondage E2, à 130 m au Nord-Est de la culée A du pont

+ 0,33 à - 0,87 :	sable grossier, avec galets de silex et nombreuses coquilles	Flandrien
- 0,87 à - 3,47 :	sable vert glauconieux	
- 3,47 à - 5,65 :	sable blanc fin à ciment calcaire	
- 5,65 à - 14,72 :	sable siliceux fin, jaune clair, avec nombreux galets de quartz anguleux	Lutétien supérieur
- 14,72 à - 18,87 :	sable argileux	
- 18,87 à - 19,50 :	argile jaune	
- 19,50 à 19,60 :	argile noire mélangée de sable fin blanc, argile noire compacte	Ilerdien
- 19,60 à 20,97 :	micaschistes éclatés par le gypse (feuilletés verticaux)	

Sondage D3 (à 10 m à l'Est de la pile III)

+ 0,53 à - 0,32 :	sable vaseux avec nombreuses coquilles	Flandrien
- 0,32 à - 4,52 :	calcaire sableux	Biarritzien
- 4,52 à - 5,77 :	grès à ciment calcaire	
- 5,77 à - 16,07 :	sable blanc	Lutétien supérieur
- 16,07 à - 19,97 :	micaschistes altérés	

Sondage 6 (pile I)

- 2,62 à - 3,42 :	sable grossier, avec coquilles	Flandrien
- 3,42 à - 6,62 :	calcaire gréseux dur avec passées de sable à glauconie	Biarritzien
- 6,62 à - 14,27 :	sable blanc fin, avec galets anguleux de quartz	Lutétien supérieur
- 14,27 à - 21,94 :	sable blanc grossier	
- 21,94 à - 24,00 :	micaschiste altéré	
- 24,00 à - 42,62 :	micaschiste sain	

BIBLIOGRAPHIE

- BERTRAND-GESLIN (1833) — Notice géognostique sur l'île de Noirmoutier, département de la Vendée. *Mém. Soc. géol. Fr.*, t. I, n° 14, p. 317.
- BOCQUIER E. (1933) — La station préhistorique du bois de la Chaise, à Noirmoutier (Vendée). Potier, La Roche-sur-Yon.
- BONNET (1905). Contribution à l'étude de la flore fossile des grès éocènes de Noirmoutier. *Bull. Mus. Hist. nat.*, p. 59-60.
- BUREAU L. et Ed. (1900) — Notice sur la géologie de la Loire-Inférieure, t. III, Nantes.
- CHARIER-FILLON A. (1898) — Notes sur quelques fouilles (île de Noirmoutier). Niort, Clouzot.
- CHATEAUNEUF J.-J. et GRUAS-CAVAGNETTO C. (1978) — Les zones de *Wetzeliellaceae* (*Dinophyceae*) du Bassin de Paris. *Bull. B.R.G.M.*, sect. IV, n° 2, p. 59-94.
- CRIÉ L. (1881) — Sur la découverte, à Noirmoutier (Vendée), de la flore éocène à *Sabalites andegavensis* Sch. *C.R. Acad. Sci.* t. XCII, p. 759-761.
- DELANOË Y., DIEUCHO A. et GOULEAU D. (1971) — Structures et formations sédimentaires de la baie de Bourgneuf (Loire-Atlantique) étudiées par sondage sismique réflexion. *C.R. Acad. Sci.*, 272, p. 797-799.
- DELANOË Y., GALLENNE B. et MARCHAND J. (1974) — Reconnaissance par carottage sous-marin de la nature pétrographique des pointements rocheux de la baie de Bourgneuf (Bretagne méridionale). Extension des affleurements de « porphyroïde », de gneiss catazonaux et des formations granitiques. *C.R. Acad. Sci.*, 278, p. 1681-1684.
- DURAND S. (1957) — Les grès à sabals de Noirmoutier (Vendée) reposent sur une formation ligniteuse datant du début du Tertiaire. *C.R. Acad. Sci.*, 244, p. 2629-2632.
- DURAND S. (1960). — Le Tertiaire de Bretagne. Étude stratigraphique, sédimentologique et tectonique. Thèse, Rennes. *Mém. Soc. géol. min. Bret.*, t. XII.
- DURAND S. et OLLIVIER-PIERRE M.-F. (1969). — Observations nouvelles sur la présence du pollen de Palmier *Nypa* dans l'Éocène de l'Ouest de la France et du Sud de l'Angleterre. *Bull. Soc. géol. min. Bret.*, (6), I, p. 49-57.
- ESTÉOULE-CHOUX J. (1967) — Contribution à l'étude des argiles du Massif armoricain. Thèse, Rennes, 1967, p. 122-123.
- FERRONNIÈRE G. (1911) — L'Éocène marin dans le Sud-Ouest de la feuille de Nantes. *Bull. Soc. sc. nant. O.F.*, (3), 1, p. 231-236.
- FERRONNIÈRE G. (1921) — Rapport sur la feuille du Pilier. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, 143, XXV, p. 51.
- FERRONNIÈRE G. (1921) — Essai préliminaire à propos de la feuille au 80 000^e du Pilier et des fonds sous-marins de Mor-Braz. *Bull. Soc. géol. min. Bret.*, II, fasc. sp., p. 213-233.
- GAUTIER F. (1972) — Phénomènes littoraux et protection des rivages sur le pourtour de la baie de Bourgneuf. Étude morphologique. Thèse 3^e cycle, Rennes.
- GAUTIER M. (1955) — L'extrémité de la Pointe St-Gildas. Étude de morphologie littorale. *Norois*, n° 6, p. 236-243.
- GOULEAU D. (1968) — Étude hydrologique et sédimentologique de la baie de Bourgneuf. Thèse 3^e cycle (Caen). *Trav. Lab. Géol. marine, Nantes*, 185 p.
- GOULEAU D. (1971) — Le remplissage sédimentaire de la baie de Bourgneuf. *Bull. B.R.G.M.* (2), sect. IV, 1-1971, p. 21-32.
- MARGEREL J.-P. et TERS M. (1965) — Sur la microfaune du gisement lutétien de Puits-Neuf, commune de Bois-de-Cené (Vendée). Étude paléontologique et paléogéographique. *Bull. Soc. géol. Fr.*, VII, p. 765-768.

- MOUNÈS J. (1974) — Le Marais breton et ses marges. Étude de géomorphologie et de sédimentologie. Thèse 3^e cycle, Nantes, 345 p.
- OLLIVIER-PIERRE M.-F. (1970) — Contribution à l'étude palynologique du niveau sapropélien de la Sennetière en la Bernerie (Loire-Atlantique). Thèse 3^e cycle, Rennes.
- PAPY L. (1941) — La côte atlantique de la Loire à la Gironde. Les aspects naturels. Thèse, Bordeaux.
- PIET F. (1863) — Recherches sur l'île de Noirmoutier. Nantes, Mellinet.
- RIVIÈRE A. (1842) — Groupe crétacique, ou terrains crétacés de la Vendée et de la Bretagne. Carte géologique de la Vendée. *Mém. Soc. géol. Fr.*, 1, p. 635-644.
- TERS M. (1961) — La Vendée littorale. Étude de géomorphologie. Thèse Lettres, Rennes, Oberthur.
- VERGER F. (1958) — Le Gois. Étude de géographie historique. *Revue Bas-Poitou*, t. 69, p. 122.
- VERGER F. (1968) — Marais et wadden du littoral français. Thèse, Bordeaux, Biscaye.
- VERGER F. et FLORSCHÜTZ F. (1960) — Sur l'existence à Fromentine (Vendée) d'une couche de tourbe du début de l'Atlantique. *C.R. Acad. Sci.*, t. 251, p. 891.
- WANG NAI LIANG (1951) — Lithologie et paléogéographie du Plio-Quaternaire détritique de la Basse-Loire. *Rev. Géom. dyn.*, 2, 5, p. 193-213.

Carte sédimentologique sous-marine des côtes de France à 1/100 000 (I.G.N., Paris).

— Feuille *Saint-Nazaire* (1968), par J.-R. Vanney,

— Feuille *Ile d'Yeu* (1971), par J.-R. Vanney.

Carte géologique à 1/80 000

— Feuille *Nantes* (1926), par L. Bureau et G. Ferronnière,

— Feuille *Nantes — Ile du Pilier* (1968), par M. Ters et F. Verger.

Cartes des Services hydrographiques de la Marine

— 5164 G : de Belle-Ile à l'île d'Yeu,

— 4902 : du Croisic à la pointe Saint-Gildas,

— 5039 G : de la pointe Saint-Gildas au goulet de Fromentine.

TRAVAUX CONSULTÉS

BAUDOQUIN M., BERTRAND-GESLIN, BOCQUIER E., BONNET, BUREAU L. et Ed., CHARRIER-FILLON, CHÂTEAUNEUF J.-J., CRIÉ L., DELANOË Y., DIEUCHO A., DURAND S., ESTÉOULE-CHOUX J., FERRONNIÈRE G., FLORSCHÜTZ F., GAUTIER F., GAUTIER M., GALLENNE B., GOULEAU D., GRUAS-CAVAGNETTO C., MARCHAND J., MARGEREL J.-P., MOUNÈS J., OLLIVIER-PIERRE M.-F., PAPY L., PIET F., RIVIÈRE A., TERS M., VASSEUR G., VERGER F., VIAUD GRAND MARAIS, WANG NAI LIANG.

DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES

La Banque des données du sous-sol du B.R.G.M. détient l'inventaire des sondages et autres travaux souterrains exécutés dans le périmètre de la feuille et archive régulièrement les nouveaux travaux. Les documents peuvent être consultés au S.G.R. Pays de Loire, rue Henri-Picherit, 44000 Nantes, ou bien au B.R.G.M., 6-8 rue Chasseloup-Laubat, 75015 Paris.

AUTEURS

Cette notice explicative a été rédigée par Mireille TERS, avec la collaboration de J.-M. VIAUD (Crétacé), J.-J. CHÂTEAUNEUF et M.-F. OLLIVIER-PIERRE (palynologie de l'Ilerdien), N. VAUDOIS (paléo-flore éocène) et M. GAUTIER (travaux de défense de l'île).

Fig. 3 Plan des sondages

