



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

**BUREAU DE  
RECHERCHES  
GÉOLOGIQUES  
ET MINIÈRES**

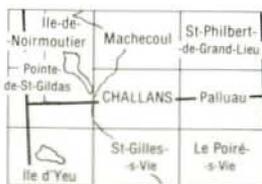
# CHALLANS

1125

## CHALLANS

La carte géologique à 1/50 000  
CHALLANS est recouverte par les coupures suivantes  
de la carte géologique de la France à 1/80 000 :  
au nord : NANTES ILE DU PILIER (N° 117)  
au sud : PALLUAU ILE D'YEU (N° 129)

*Au Pays des Marais*



**MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DE LA RECHERCHE  
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES  
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL**  
Boite postale 6009 - 45060 Orléans Cedex - France



**NOTICE EXPLICATIVE DE LA FEUILLE  
CHALLANS A 1/50 000**

par M. TERS et J.-M. VIAUD

---

1983

---

## INTRODUCTION

La feuille Challans comprend trois grandes unités naturelles :

- le massif ancien, constitué de roches métamorphiques,
- les bassins de sables et de calcaires mésozoïques et cénozoïques,
- le bas-pays, avec les marais de Bourgneuf et de Monts, le cordon littoral du Pays de Monts, ainsi que la pointe sud-orientale de l'île de Noirmoutier.

Le socle cristallin a subi une intense pénéplanation anté-cénomaniennne, parachevée par le balayage de la surface au cours des transgressions du Crétacé supérieur, de l'Eocène, du Miocène et du Pliocène ; il fut entièrement recouvert par la mer au Crétacé supérieur et au Pliocène. Les plus importants témoins sédimentaires de ces transgressions subsistent dans le bassin de Challans et dans le couloir du Puits-Neuf, dépressions tectoniques de peu de profondeur. Au Quaternaire, pendant les phases de climat périglaciaire, la plus grande partie des sédiments meubles qui subsistaient sur le massif ancien fut balayée et renvoyée à la mer.

Dans cette région de très faible altitude (inférieure à 50 m), le relief est cependant marqué par quelques talus d'origine tectonique et d'âge pré-cénomaniennne : le talus de Beauvoir au Clouseau (de direction E-W) et celui de Saint-Urbain—Challans—Saint-Christophe-du-Ligneron, de direction NW—SE.

Sur la feuille Challans, se trouvent rassemblés les principaux traits de l'évolution paléogéographique de la Vendée littorale, au cours des périodes mésozoïque et cénozoïque.

La transgression cénomaniennne est d'abord marquée par un développement de marécages saumâtres dans tout le réseau des vallées, jusque très loin à l'intérieur des terres, occupé par une végétation de type mangrove (argiles noires de Challans). Puis le caractère marin des dépôts s'accroît (marnes et calcaires des Chauilières). Le relèvement du niveau de la mer au Turonien inférieur coïncide avec une sédimentation calcaire à Céphalopodes (marnes glauconieuses de Commequiers). Après une lacune de sédimentation au Turonien moyen, des Rudistes peuplent des hauts-fonds proches du littoral, au Turonien supérieur.

Une lacune stratigraphique semble exister au Sénonien inférieur ; la mer revient au Santonien et des marnes et calcaires à Rudistes se déposent au Campanien. Des sables siliceux à Spongiaires (Maastrichtien) terminent la série crétacée.

Après la grande régression de la fin du Crétacé, la mer revient à l'Ilerdien et au Cuisien (dépôts littoraux à mangrove du Loreau en Soullans). Puis la transgression biarritzienne submerge la bordure continentale et les anciennes dépressions déjà occupées par les mers crétacées. Après un long retrait de la mer, la transgression helvétique pénètre profondément à l'intérieur des terres. La mer pliocène déborde toutes les précédentes. Après avoir envahi le réseau des vallées, transformées en rias, elle s'élève jusqu'à l'altitude actuelle de 70 m environ, recouvrant tous les restes de dépôts antérieurs et rabotant la surface des plateaux.

## DESCRIPTION DES TERRAINS

### ROCHES MÉTAMORPHIQUES

$\xi_1^2$ . **Micaschistes et gneiss albitiques de Bois-de-Céné, à muscovite, biotite, chlorite, chloritoïde (ch), glaucophane (gl), grenat (g) et épidote.**  $\delta^{11}$  : amphibolite ou prasinite ;  $\delta_{gl}^{11}$  : glaucophanite ;  $\Lambda$  serpentinite ; **ph** : phtanite. Les micaschistes de Bois-de-Céné affleurent selon une grande ellipse, entre Bois-de-Céné, Saint-Étienne-de-Mer-Morte, Paultx et Machecoul. La foliation y est orientée N 90° à N 110 °E et les pendages dessinent une synforme, à charnière voisine de E-W. Son étendue visible est de 9 km en direction N-S, sa puissance réelle étant de 5 km environ. En direction E-W, elle s'étend sur 12 km, du Falleron à Bois-de-Céné ; mais elle a été repérée par J. Mounès sur le haut-fond des Renasses, à 18 km à l'Ouest de Bois-de-Céné, dans la baie de Bourgneuf (4,89 gr et 52,26 gr en 1970) (fig. 1).

La lentille de Bois-de-Céné est enveloppée, au Nord, à l'Est et au Sud par les micaschistes de Saint-Gilles et les porphyroïdes, dans une des charnières du grand pli en S qui va de Saint-Michel-Chef-Chef à la Garnache (cf. schéma structural en marge de la carte). A l'Ouest, elle s'ennoie sous le marais et la baie de Bourgneuf. Au Nord, elle est masquée par les cailloutis pliocènes ; elle est cependant connue grâce à des puits [le Bois Grassin, le Grenit (au Nord-Ouest de Paultx), la Boucardière (2 km au Nord de Machecoul)] (fig. 2).

Le contact avec les micaschistes de Saint-Gilles se fait en accordance parfaite de la schistosité. Il est visible à l'Est de la lentille (village de la Martinière, ferme Clavier) et au Sud, à 250 m au Nord de l'Epronnière.

1. **Faciès.** La formation de Bois-de-Céné comprend essentiellement des micaschistes à muscovite, à chlorite et à grenats, des micaschistes et des gneiss albitiques, des micaschistes à chloritoïde, des schistes graphiteux et des calcaires dolomitiques. Elle renferme des lentilles de metabasites (amphibolites à glaucophane, prasinites, tufs à actinote) et des écailles ultra-basiques (serpentinites) qui l'apparentent à la série de Groix et aux gisements sous-marins qui prolongent celle-ci à l'Est (Y. Delanoë et J.-P. Pinot, 1976 ; J.-P. Lefort, Cl. Audren et M.-D. Max, 1982). Les roches basiques affleurent en boudins dispersés ; plus d'une trentaine ont été découverts au cours du levé (depuis 1956), mais les terrains de couverture masquent leur étendue réelle et leur nombre est certainement plus élevé.

Les descriptions qui suivent concernent la totalité de la lentille (feuilles Challans et Palluau à 1/50 000).

• **Micaschistes à deux micas, gros grenats et rutile.** C'est le faciès le plus répandu de la formation de Bois-de-Céné. Ils sont constitués surtout par de la muscovite (\*) (anal. Cl. Jacob), à éclat argenté, très brillante. Leur structure est feuilletée, avec des lits de quartz et de muscovite en alternance, épais de 0,1 à 1 mm ; le quartz est en damier, en grains à contours dentelés, parfois plus abondant que la muscovite ; un peu d'albite, en grains millimétriques, peut être présente. Ces micaschistes renferment deux générations de grenats, contemporains de deux phases de métamorphisme bien distinctes :

— de gros grenats (1 à 3 mm, parfois 1 cm), subautomorphes, très craquelés, à auréoles d'accroissement, avec grains de rutile soulignant les couches de surcroissance ; on y observe parfois, dans la totalité du grain, un chevelu d'aiguilles de rutile, en lits ondulés, formant des plis ouverts, témoins d'une

(\*) Dans tout ce texte, on désigne sous le nom de muscovite un mica blanc qui peut comporter de la phengite ou de la paragonite.

phase métamorphique précoce. Ces grenats se sont ensuite comportés en objets anté-métamorphiques : ils sont moulés par les prismes de glaucophane cristallisés lors de la phase M2 ; lors de la phase M3, ils furent entourés de « queues » formées en ombres de pression (quartz, muscovite, chlorite), contemporaines du métamorphisme barrovien (Bois-de-Céné, la Catroussière ; cf. tableau III et Remarques stratigraphiques et structurales) ;

— d'autres grenats, beaucoup plus petits (100 microns en moyenne) sont automorphes et parfaitement limpides. Ils peuvent être très abondants, en semis désordonnés ou en lits intercalés entre les lamelles de muscovite. La biotite est peu abondante et presque entièrement chloritisée (à zircons radioactifs). Ils sont contemporains de la phase de métamorphisme M3.

• **Micaschistes à glaucophane et à grenats** (la Poinière, la Platrelle, Bois-de-Céné). Ils comportent localement quelques baguettes de glaucophane, presque noires sur l'échantillon ; couchées dans le plan de foliation, elles sont coincées entre les lamelles de mica ; longs de 1 à 4 mm, les prismes sont encapuchonnés ou bordés d'amphibole verte à bleu-vert. Comme les précédents, ces micaschistes renferment deux générations de grenats ; les gros grenats sont antérieurs à la formation de la glaucophane (métamorphisme M2) ; les petits grenats automorphes lui sont postérieurs, et contemporains du stade 1 du métamorphisme barrovien M3 (cf. tableau III).

• **Micaschistes à chloritoïde**. Quelques niveaux sont particulièrement riches en ce minéral qui peut constituer jusqu'à 50 % du volume de la roche (la Gétière). Épais de 15 à 20 m, ils forment des bandes parallèles à la foliation d'ensemble, mais apparemment discontinues. Ce sont, du Nord au Sud et d'Ouest en Est :

- la bande du Bois-Grassin (feuille Saint-Philbert-de-Grand-Lieu),
- la bande de la Maquinière—cimetière de Paulx (Bellevue),
- la bande la Guinandière—l'Hopiteau—la Réauté,
- la bande la Doucetièrre—la Gétière—la Roustière—la Martinière,
- la bande la Couartièrre—la Catroussière—la Brosse,
- la bande la Grollerie —le Chiron—la Mozandièrre,
- la bande Bellevue—la Platrelle—la Poinière—la Brelingue—la Thibaudièrre—les Epronnières,
- la bande Bois-de-Céné—la Boursaudièrre,
- la bande de la Poutière.

Les niveaux à chloritoïde affleurent souvent au voisinage des boudins d'amphibolite (Bois-de-Céné, la Platrelle, la Poinière, la Grollerie, la Martinière). D'après l'analyse chimique n° 3936 (la Roustière), ces micaschistes sont très riches en  $Al_2O_3$  (38,50 %) et en FeO (14,90 %), pauvres en MgO (1,70 %), CaO (0,20 %) et  $K_2O$  (1,90 %). La paragenèse comprend : muscovite sodique, paragonite (la Grollerie), chloritoïde, chlorite, grenat, rutile en grains, ilménite, sphène épidote et tourmaline ; l'albite est rare. La muscovite, en épais feutrage (2 mm), est pourvue d'un chevelu d'aiguilles de rutile (la Martinière, la Roustière) ; le chloritoïde est en tablettes intercalées entre celles de muscovite ; le grenat, sub-automorphe, de 0,5 à 1 mm de diamètre, est parfois très abondant ; on l'observe en inclusions dans le chloritoïde. La chlorite, peu abondante, provient de la transformation de la biotite. Certains niveaux sont criblés de fins granules de graphite.

A la Mozandièrre, on observe la coexistence du chloritoïde et de la glaucophane, associés à du grenat, dans des micaschistes riches en albite porphyro-

blastique. A la Martinière, la glaucophane est aussi associée au chloritoïde, ainsi qu'à 400 m au Nord-Ouest de la Gétière (avec albite, sphène, apatite, muscovite, grenat, épidote, chlorite).

*Micaschistes à nodules de chloritoïde.* Les niveaux à chloritoïde ont subi localement un intense boudinage ; le micaschiste à muscovite est pourvu de nodules de 2 à 4 cm de longueur, allongés et très aplatis, égrenés en chapelet dans le plan de foliation. On les observe en particulier à la Poinière, entre la route et la ferme la plus à l'Est (puits). Les nodules sont constitués par de fines tablettes de chloritoïde, alternant avec des lamelles de muscovite et de biotite ; le sphène est allongé en baguettes ; le grenat est présent.

Dans ces nodules, on observe fréquemment de petits plis couchés isoclinaux, à schistosité, de plan axial (phase P2, tableau III) (la Poinière, le Talman ; la Roustière) ; les grenats sont tordus et cassés. Dans les niveaux riches en graphite, les plis couchés sont très nombreux : ils sont soulignés par la muscovite, le chloritoïde, l'ilménite. Des plis en chevrons P4 recoupent la schistosité S2 à 45 % du plan axial. La roche encaissante des nodules est un micaschiste albitique (\*) à deux micas, lui-même puissamment laminé : le quartz, l'albite et la muscovite y forment des lentilles aplaties.

Ces micaschistes à chloritoïde, associés à des prasinites et à des schistes graphiteux, pourraient constituer un niveau-repère.

• *Micaschistes albitiques.* Ces micaschistes à muscovite et chlorite, à éclat brillant et argenté, sont boursoufflés de petits grains d'albite de 1 à 3 mm de diamètre, et parfois de grenats de 1 à 4 mm. La structure est finement litée, avec alternance de lits plus siliceux ou plus albitiques parsemés de paillettes de muscovite allongées dans la direction d'étirement maximum.

Le quartz est en grains de 200 à 500 microns, à contours anguleux, groupés en lits de 1 mm d'épaisseur environ ou en lentilles monominérales.

L'albite forme des poeciloblastes polycristallins (de 5 à 6 individus) de 1 à 4 mm de diamètre (la Mozandière), dont la longueur atteint 2, 3 ou 4 fois l'épaisseur (les Cinq Routes). Elle comporte parfois la macle de l'albite. De formation tardive, elle est criblée d'inclusions des minéraux constituant de la roche : quartz, muscovite orientée, chlorite, grenats, épidote, sphène, ilménite ; le rutile est abondant, les inclusions graphiteuses sont fréquentes.

La muscovite est très abondante, en lamelles groupées en lits épais de 1 mm et plus ; des grains d'épidote et de grenat y sont coincés, ainsi que des impuretés graphiteuses. A la Poinière, les lits muscovitiques sont étirés et boudinés, comme les niveaux voisins à chloritoïde.

La chlorite verte, bien orientée, est peu abondante ; elle provient de la rétro-morphose de biotite brune, à laquelle elle passe localement et dont elle contient les zircons radioactifs. Cette transformation a accompagné le passage du faciès *amphibolite* au faciès *schistes verts*. De la chlorite plus tardive est dénuée d'orientation.

Le grenat est de deux générations :

— du grenat primaire, ou relique, subautomorphe, de 0,5 à 4 mm de diamètre, souvent écrasé (avec les fragments dispersés dans la trame siliceuse), et parfois entièrement chloritisé. Il forme localement le tiers du volume de la roche et a les mêmes caractères que les grenats des amphibolites à faciès *éclogitique*.

(\*) L'expression de micaschiste albitique désigne une roche où le mica blanc domine largement et où le feldspath est peu abondant ; celui-ci domine dans les gneiss albitiques.

Comme ces derniers, il renferme de nombreuses inclusions d'aiguilles et de grains allongés de rutile. Les lamelles allongées de biotite chloritisée contournent le grenat, montrant l'antériorité de celui-ci par rapport à la cristallisation des micas orientés ;

— du grenat plus tardif, en grains automorphes et limpides de 100 microns de diamètre. Il est possible qu'il se soit formé à la suite de la destruction du grenat primaire. A la Platrelle, au voisinage des glaucophanites, les micaschistes albitisés comportent un semis de ces petits grenats et des lits d'épidote aciculaire, intercalés entre les micas.

*Localisation et origine des micaschistes albitiques.* Leur gisement est stratoïde, en masses épaisses de quelques mètres à quelques centaines de mètres, intercalées dans les micaschistes à muscovite et chlorite. Ils sont particulièrement riches en albite *au mur et au toit des niveaux basiques, et entre les bancs d'amphibolite* (fig. 3) (la Croix, la Platrelle, les Ormeaux, la Mozandière, la Pateillère, la Brosse). Des micaschistes à chloritoïde y sont intercalés (la Mozandière, la Grollerie, la Poinière).

• *Calcaire dolomitique de l'Epronnière.* A 200 m au Nord de la limite méridionale de la formation de Bois-de-Céné (à 500 m au Nord-Ouest de l'Epronnière), une lentille de calcaire est intercalée dans les micaschistes ; elle a été exploitée dans une carrière aujourd'hui remplie de boue, à la limite de deux champs. Un grattage à la pelleteuse a permis de reconnaître son extension : la bande est longue d'une centaine de mètres et épaisse de 10, en bancs de 10 à 20 cm d'épaisseur. Ce calcaire dolomitique peu ferrifère renferme 49 % de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  et 49 % de  $\text{CO}_3\text{Mg}$  (anal. D. Rouy).

• *Quartzites et micaschistes graphiteux.* Intercalés dans les micaschistes albitiques, on les observe souvent à proximité des bandes d'amphibolite (la Grollerie, la Blanchardière, la Couartière, la Bardonnière). A la Mozandière, les bancs de quartzite sont épais de 10 à 20 cm et les schistes graphiteux de 3 m ; à la Grollerie, le quartzite noir atteint une dizaine de mètres d'épaisseur. Des faciès identiques sont connus aussi dans les micaschistes du Hâvre (feuille Ancenis à 1/50 000).

• *Amphibolites à grenat, à faciès « éclogitique ».* Des amphibolites particulièrement compactes ont été observées dans quatre des trente bandes repérées : à Bois-de-Céné, la Platrelle, le Chiron-Reculeau, la Poinière. La composition chimique de l'amphibolite de la Platrelle (anal. 3931) correspond à celle d'un magma basaltique (\*).

La roche est constituée par une matrice essentiellement amphibolique, peu schisteuse, constellée de grenats de 1 à 6 mm de diamètre. Ces grenats présentent les caractères de ceux des éclogites vendéennes (faciès le Chiron) (G. Godard, 1981) : ils sont subautomorphes, très craquelés, avec des inclusions de quartz, d'épidote et surtout de rutile (Bois-de-Céné). Ils sont parfois *zonés* : quatre écorces de surcroissances successives ont été observées autour du cœur (la Platrelle). Les surfaces limitant les écorces sont soulignées par un

(\*) Découvertes en 1956 par M. Ters et étudiées, à l'époque, sous la direction de E. Jérémine, ces amphibolites à glaucophane sont figurées sur une carte à 1/320 000 de la Vendée littorale (M. Ters, 1961). Elles ont été « redécouvertes » par Anthonioz et Brillanceau (1967), sans rappel bibliographique.

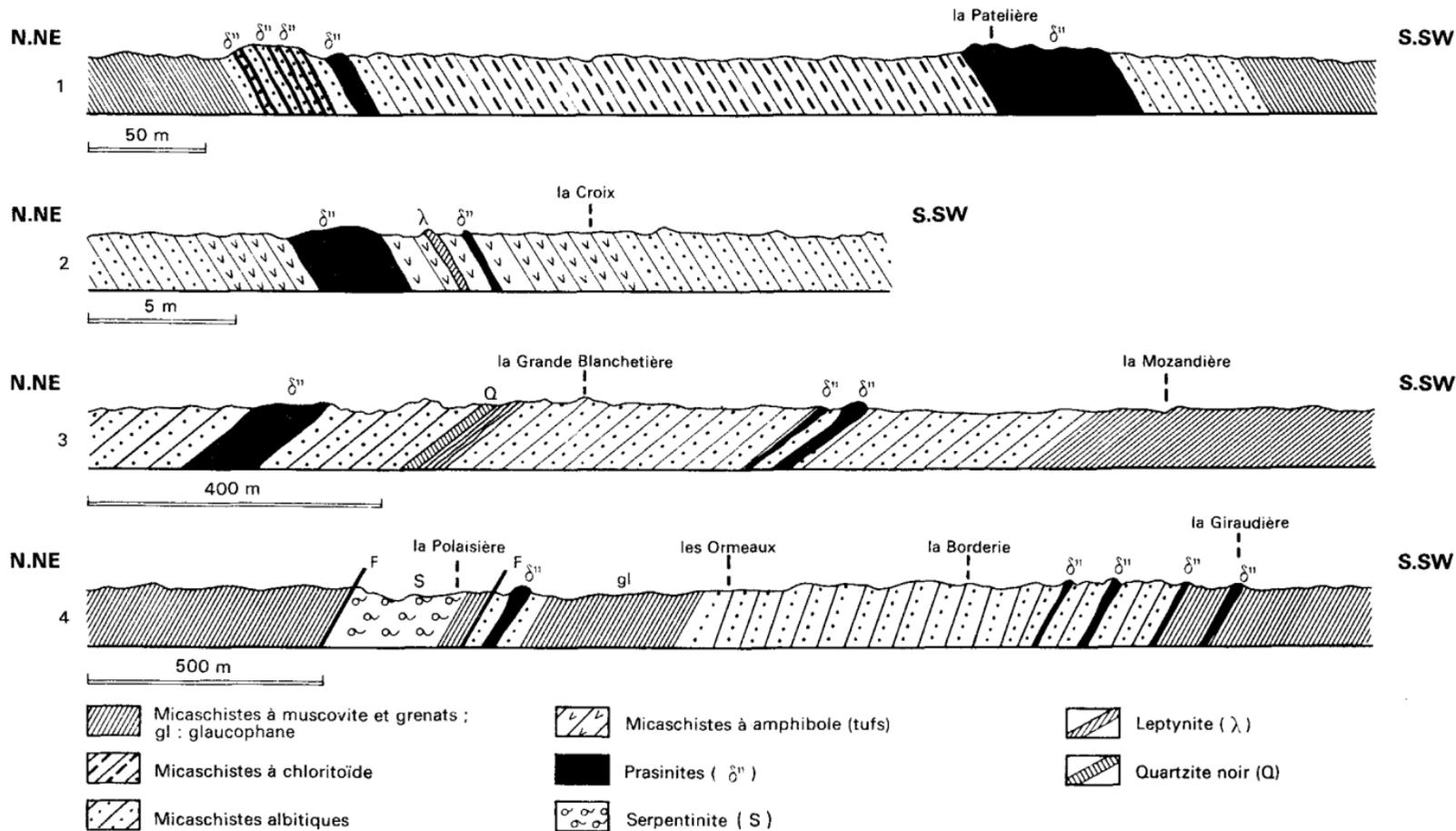


Fig. 3 - Gisement des amphibolites et des micaschistes albitiques au sein du complexe de Bois-de-Céné

chevelu d'aiguilles de rutile formant, en coupe, une figure hexagonale parallèle aux faces du prisme. Les aiguilles de rutile, très biréfringentes, sont plus abondantes au « cœur » du pœciloblaste de grenat qu'à la périphérie. *Ces grenats sont antérieurs à la cristallisation de la matrice amphibolique*, dont les prismes orientés se moulent sur eux. Cette matrice est essentiellement constituée de glaucophane en prismes allongés, enserrant quelques courtes baguettes d'épidote. Dans la direction d'étirement maximum de la roche, la glaucophane a cristallisé en ombres de pression, formant des « queues » de part et d'autre des grenats, ce qui prouve bien l'antériorité de ceux-ci par rapport à la formation de la glaucophane ; ils ont joué le rôle de « corps figurés anté-métamorphiques ». A la Platrelle, 90 % de la matrice sont formés de glaucophane ; le rutile y est très abondant, accompagné d'un peu de quartz, d'albite, de biotite chloritisée et de muscovite. La glaucophane est en cours de réaction progressive et de déstabilisation. Elle est remplacée par de l'amphibole bleu-vert, à la terminaison et sur les faces des prismes, « en écorce » et dans les cassures. Cette rétro-morphose peut atteindre la totalité du cristal. On observe aussi quelques restes de hornblende verte et des reliques de disthène. A Bois-de-Céné, la glaucophane n'occupe que le quart du volume de la matrice ; elle atteint 8 mm de longueur sur 2 mm d'épaisseur ; elle est accompagnée de fins granules d'épidote, de rutile et de sphène et d'un peu de biotite chloritisée. Au Chiron-Reculeau, la roche est encore plus rétro-morphosée ; les grenats sont en grande partie écrasés et étirés et transformés en amas de clinzoïsite, dans une matrice d'actinote.

• **Prasinities.** Les prasinites s.s. et les schistes verts à amphibole sodique forment des bancs de quelques décimètres à quelques mètres d'épaisseur, alternant avec des gneiss albitiques et des micaschistes à amphibole (la Brosse, Bois-de-Céné, Bellevue, la Poinière, la Grande-Blanchetière, la Gétière, etc.). La roche est vert foncé et piquetée de très nombreux grains d'albite de 1 à 3 mm de diamètre.

A la Grande-Blanchetière, la trame est faite d'amphibole bleu-vert, aciculaire, parsemée de quelques fins granules d'épidote, de rutile et de sphène, et de quelques lamelles de chlorite. On y observe quelques grenats de 1 mm de diamètre qui sont moulés par les aiguilles d'amphibole ; des « queues » de ce minéral se sont formées aux extrémités du grenat, selon la direction d'étirement : la formation du grenat est donc antérieure à celle de l'amphibole. Les porphyroblastes d'albite sont aplatis dans le plan de foliation et étirés parallèlement à l'amphibole ; ils sont mono- ou polycristallins (2 ou 3 individus) et renferment de très nombreuses inclusions d'épidote, d'amphibole et de grenat. Quoique leur formation ait été plus tardive que celle de ces derniers minéraux, elle s'est cependant effectuée alors que régnait encore une forte tension : la surface des grains n'est pas lisse, mais hérissée de pointes parallèles à la schistosité, qui s'intercalent entre les aiguilles d'actinote, comme des pseudopodes orientés. Dépourvue de toute orientation, la chlorite est le minéral le plus tardif.

A la Brosse, la roche renferme trois amphiboles : de la glaucophane, en très petits fragments, une amphibole bleu-lavande dominante (glaucophane ?), en prismes déterminant la foliation et de la hornblende bleu-vert, en masses de très petits grains orientés en tous sens, d'aspect résiduel. Les porphyroblastes d'albite, longs de 1 à 3 mm et étirés, sont constitués de 5 ou 6 individus, non naclés ; ils ont des contours dentelés, qui s'insinuent entre les minéraux contigus (albite en chou-fleur). Ils sont pourvus de très petites inclusions : glaucophane aciculaire, hornblende verte, zoïsite. Les lamelles de chlorite ont une orientation quelconque.

A la Poinière, la roche, de structure lépidoblastique, est constituée par une amphibole aciculaire bleu pâle, couchée dans le plan de foliation. Il s'y ajoute des grains d'épidote trapus ou allongés, ainsi que des tablettes de chloritoïde allongées. L'albite, très étirée, englobe des cristaux d'amphibole et d'épidote.

Des bancs leptynitiques, épais de quelques centimètres, sont parfois intercalés dans les prasinites, auxquelles ils passent progressivement par augmentation de la quantité d'amphibole. Ils renferment quartz, albite, gros grenats, épidote, biotite, hornblende (la Croix). Ces niveaux leucocrates évoquent les tufs kéra-tophyriques du Brandais (feuille Saint-Philbert-de-Grand-Lieu).

• **Tufs prasinitiques.** D'autres niveaux, plus ou moins calciques, sont beaucoup moins riches en amphibole que les précédents, plus siliceux et plus mica-cés. A la Gétière (feuille Pallau), la trame de la roche est grenue, quartzo-albitique, en grains de 0,5 à 1 mm de diamètre ; des lits de muscovite, à foliation bien développée, s'y intercalent. On observe aussi quelques grenats millimétriques, qui comportent des inclusions en hélice de quartz, de sphène et d'ilménite ; une amphibole vert bouteille est présente. L'albite est le minéral le plus tardif et renferme des inclusions de quartz, de muscovite, d'épidote et de sphène.

A Bois-de-Céné, la roche est surtout constituée par de la zoïsite, en tablettes épaisses et de l'amphibole bleu-vert, en prismes fins, qui dessine de petits plis couchés ; le sphène est abondant ; l'albite, xénomorphe, entoure les autres minéraux. On observe un lit de très petits grenats, limpides et automorphes ; il s'y ajoute un peu de muscovite et de chlorite.

A 800 m au Nord de la Brosse, la roche comporte une trame quartzo-feldspathique avec des grains d'albite maclée, aplatis selon la schistosité. On y trouve des lits de granules d'épidote, des grenats subautomorphes de 100 à 500 microns de diamètre et un peu de biotite brune en voie de chloritisation. Un autre échantillon du même gisement est composé presque uniquement d'albite, en grains jointifs de 0,5 à 1 mm, non étirés. Ils renferment de nombreuses inclusions *orientées* : amphibole vert bouteille en prismes fins, zoïsite à stries d'accroissement, en cristaux trapus, plus biréfringents à la surface ; il s'y ajoute de la chlorite, du sphène et de l'ilménite. A proximité, la trame de la roche est essentiellement chloriteuse, parsemée de grains d'épidote, d'albite et de sphène.

A la Platrelle, la matrice quartzo-muscovitique est enrichie en épidote aciculaire très abondante et en baguettes de glaucophane, couchées dans le plan de foliation. Les petits grenats sont très nombreux, ainsi que des granules de rutile et de tourmaline brune. Des plis couchés centimétriques sont soulignés par les lits d'épidote et de grenats, mais la glaucophane est cassée, tordue ou déplacée dans la charnière du pli, ce qui semble indiquer son antériorité par rapport à la cristallisation de l'épidote.

L'aspect stratoïde de chacun de ces niveaux, leur faible épaisseur (quelques centimètres à quelques décimètres), leur nature plus ou moins calcique ou plus ou moins siliceuse et leurs nombreuses récurrences permettent d'envisager pour eux une origine volcano-sédimentaire et tuffacée.

• **Grenatites.** Dans une trame de quartz grenu, disposée en damier, on observe un semis de grenats automorphes et limpides, de 0,2 mm de diamètre, accompagnés de rutile ; ils peuvent constituer 30 à 40 % de la roche. A la Gétière, ces niveaux sont intercalés dans des amphibolites. De telles concentra-

tions de grenat sont connues au voisinage des amphibolites à grenats du Brandais (feuille Saint-Philbert). Elles sont parfois associées aux faciès éclogitiques (G. Godard, 1981).

- **Chloritites.** Des lentilles verdâtres, généralement très écrasées, ne sont pas rares au sein des micaschistes à grenat. De dimension métrique (la Martinière), elles pourraient dériver d'anciennes roches basiques, complètement transformées.

- **Serpentinites.** Quelques lentilles de cette roche, de teinte vert clair à vert foncé, sont intercalées dans les micaschistes de Bois-de-Céné, à proximité de niveaux de prasinites.

A la Polaisière, la lentille est épaisse d'une vingtaine de mètres, au toit d'un banc d'amphibolite (fig. 3). Au Chiron-Reculeau (passage à niveau), elle fait 10 m environ. A 600 m à l'Est de la Catroussière, la serpentine repose directement sur un banc d'amphibolite. A 600 m au Nord de la Brosse (feuille Pallau), elle est intercalée dans les micaschistes à grenat et chloritoïde. Dans la carrière située à l'Ouest de la route, on pouvait observer qu'il s'agissait d'une intrusion ultra-basique, puissante d'une douzaine de mètres (J. Mounès, 1974). La longueur exacte des bandes n'est pas connue, faute d'affleurements suffisants, mais elle dépasse une centaine de mètres. La trame est constituée par de l'antigorite verte, en fibres entrecroisées qui dessinent une structure maillée ou réticulée, ou en rubans. L'antigorite se présente aussi en masses fibro-radiées (la Brosse, la Polaisière). Dans certains échantillons, on observe des pseudomorphoses, en trémolite, d'un minéral porphyroblastique (pyroxène ?, olivine ?). De la trémolite fibreuse (asbeste) est fréquente sur les plans de cisaillement. La roche renferme, en outre, des cristaux de magnétite de plus d'un centimètre d'arête, de la pyrite, de l'ilménite, de la calcite, du sphène, de la chromite, de la chlorite.

Les serpentinites ne sont pas silicifiées, sauf au Chiron-Reculeau, où la roche est injectée de filonnets de quartz et de calcédoine, à structure en rubans ; elle est écrasée et les fibres de serpentine sont tordues en tous sens.

Dans la carrière de la Brosse, la masse serpentineuse est affectée par un pli décamétrique, dissymétrique, déversé au Sud ; dans la charnière, la serpentinite est compacte, alors qu'elle est laminée sur les flancs, au contact des micaschistes.

## II. **Disposition des amphibolites et des prasinites dans les micaschistes de Bois-de-Céné.** Les bancs de métabasites sont toujours concordants avec la foliation des micaschistes.

— *Coupe de la Patelière* (feuille Pallau) (fig. 3). On observe, du Nord au Sud :

- des micaschistes à grenats, inclinés à 75° S.SW ;
- sept bancs de prasinite, épais de 0,30 à 0,50 m et distants de quelques mètres ; un 8<sup>e</sup> banc est épais de 8 m ; il est encadré au mur et au toit par des micaschistes albitiques ;
- au Sud, sur 200 m, affleurent des micaschistes à chloritoïde, puis une masse de prasinite épaisse de 50 m environ, qui existe sous la moitié sud du village de la Patelière ;
- au-delà se trouvent des micaschistes albitiques, puis des micaschistes à muscovite et grenats.

— *Coupe de Bois-Guérin* (feuille Palluau). Un banc de prasinite, épais de 10 m, est intercalé entre des micaschistes à grenats, au Nord, et des micaschistes albitiques à grenats, au Sud.

— *Coupe de la Croix* (3 km au Nord-Est de Bois-de-Céné) (fig. 3). On y observe successivement, du Sud vers le Nord :

- des micaschistes albitiques (plus de 15 m),
- des tufs à amphibole (5 m),
- des prasinites (1 m),
- des tufs à amphibole (1,50 m),
- des leptynites (0,20 m),
- des tufs à amphibole (2 m),
- une masse d'amphibolite (3 m),
- des tufs à amphibole (4 m),
- des micaschistes albitiques.

— *Entre la Mozandière et la Grande-Blanchetière* (fig. 3), on observe successivement du Sud vers le Nord :

- des micaschistes à muscovite et grenats, inclinés à 40° au N.NE,
- des micaschistes albitiques à grenats,
- des micaschistes à amphibole (3 m),
- des micaschistes albitiques à muscovite et grenats (1,5 m),
- un banc de prasinite (1,5 m),
- des micaschistes albitiques,
- des micaschistes à muscovite et grenats,
- un banc de quartzite noir,
- des micaschistes albitiques,
- des prasinites,
- des micaschistes albitiques.

— *Entre la Giraudière* (à 2 km à l'Est de Bois-de-Céné), *la Borderie et la Polaisière*, une coupe observée dans le caniveau de la route (à l'Est) a montré, du Sud vers le Nord (fig. 3) :

- micaschistes à muscovite et grenats, inclinés de 70° au N.NE,
- prasinites (sous la ferme de la Giraudière) (10 m),
- micaschistes à muscovite, grenat et chloritoïde (10 m),
- micaschistes à amphibole (3 m),
- micaschistes albitiques (5 m),
- prasinite massive, à grenats, épidote et glaucophane (5 m),
- micaschistes albitiques,
- prasinites,
- micaschistes albitiques à grenats (la Borderie),
- micaschistes à glaucophane,
- prasinite encadrée par des gneiss albitiques,
- une masse de serpentinite,
- des micaschistes.

Ainsi, les niveaux basiques sont relativement minces (décimétriques à métriques), répétés et intercalés le plus souvent dans des gneiss albitiques. On observe le passage de prasinites massives à des micaschistes feuilletés à amphibole aciculaire, épidote et grenats, qui pourraient être d'anciens tufs basiques. Par leur nature et leur disposition stratoïde, par l'existence de faciès intermédiaires entre micaschistes et amphibolites, ces métabasites paraissent appartenir à un ensemble volcano-sédimentaire, intercalé dans la masse d'anciens sédiments silico-alumineux, transformés en micaschistes.

III. **Déformations dans les micaschistes de Bois-de-Céné** (fig. 1, 4 et tableau III). Ce complexe est affecté par une puissante déformation plastique d'âge éodévonien (M. Ters, 1977), la foliation régionale étant N 90° à N 110° E, mais d'autres phases de plis, les unes plus anciennes, les autres plus récentes que la structuration éodévonienne, peuvent être distinguées.

— *Une phase de déformation précoce* subsiste à l'état de relique dans les gros grenats primaires contenus dans les amphibolites : on y observe des inclusions de fines aiguilles de rutile en lits superposés et ondulés (Bois-de-Céné). Ceci indique que la cristallisation de ces grenats est relativement tardive par rapport à une première foliation. Aucune autre structure relative à cet épisode de métamorphisme n'a été observée.

— *Déformations associées au métamorphisme à glaucophane M2*. Celui-ci est accompagné d'une schistosité bien développée ; les baguettes d'amphibole sont couchées à plat dans le plan de foliation ; mais aucun pli synchisteux attribuable à une phase P1 n'a été reconnu.

— *Déformations associées au métamorphisme barrovien M3* (stades 1 et 2). D'innombrables petits plis couchés accompagnent la cristallisation du chloritoïde, des petits grenats automorphes, de l'actinote aciculaire, de l'ilménite en baguettes, de la muscovite, etc. La glaucophane, plus ancienne, est brisée et émiettée dans ces plis. On peut distinguer :

— de petits plis couchés isoclinaux centimétriques P2, d'axe E-W et des plis en fourreau, à schistosité de plan axial (la Platrelle, la Roustière),

— de petits plis couchés isoclinaux centimétriques P3, d'axe N-S, de même plan axial que les précédents (la Platrelle, la Roustière).

Des coupes perpendiculaires au plan de foliation sont visibles, dans les micaschistes redressés à la verticale, à la ferme de la Massetière et au Chiron-Reculeau ; sur ces coupes on peut observer des plis couchés centimétriques P2, d'axe N 90° à N 110° E ; certains sont replissés ou en fourreau ; les têtes plongeantes vont tantôt à l'Ouest, tantôt à l'Est (fig. 4).

Un pli couché décimétrique P2 a été observé à la Brosse ; mais la rareté des affleurements n'a pas permis de reconnaître des plis couchés P2 hectométriques ou kilométriques, qui indiqueraient si les nombreux boudins de roches basiques et les bandes de micaschistes à chloritoïde sont dus, au moins en partie, à des récurrences sédimentaires ou à des plis. Le stade 1 de la structuration éodévonienne comporte une *linéation d'étirement* très prononcée dans les micaschistes à grenats, rendus hétérogènes par l'alternance des lits siliceux et des lits micacés. Ces derniers, vus en coupe dans un plan x-z, sont étirés en fuseaux effilés aux extrémités, épais de 0,5 à 2 mm, longs de 2 à 40 cm, résultant de leur boudinage, ou en grosses lentilles surminacées très aplaties. Les filons de quartz d'exsudation, peu nombreux, épais de 0,5 à 2 cm, et longs de quelques dizaines de centimètres, sont aussi très étirés.

Le stade 2 du métamorphisme barrovien s'accompagne de plis de même plan axial que ceux du premier stade ; ils affectent, entre autres minéraux, l'actinote aciculaire, formée par rétro-morphose hydratée dans les faciès à amphibole, et la chlorite, remplaçant la biotite formée pendant le stade 1.

— *Des plis P4* peuvent être observés presque partout : ce sont des plis ouverts dissymétriques, droits ou déversés tantôt au Nord tantôt au Sud, d'axe voisin de N 150° E. Ils sont fréquemment accompagnés de plis en chevrons, de même plan axial, avec schistosité de fracture très développée.

— *Le grand pli P5*. La partie orientale du complexe de Bois-de-Céné est entraînée dans la charnière d'un grand pli en S (Saint-Michel-Chef-Chef—la

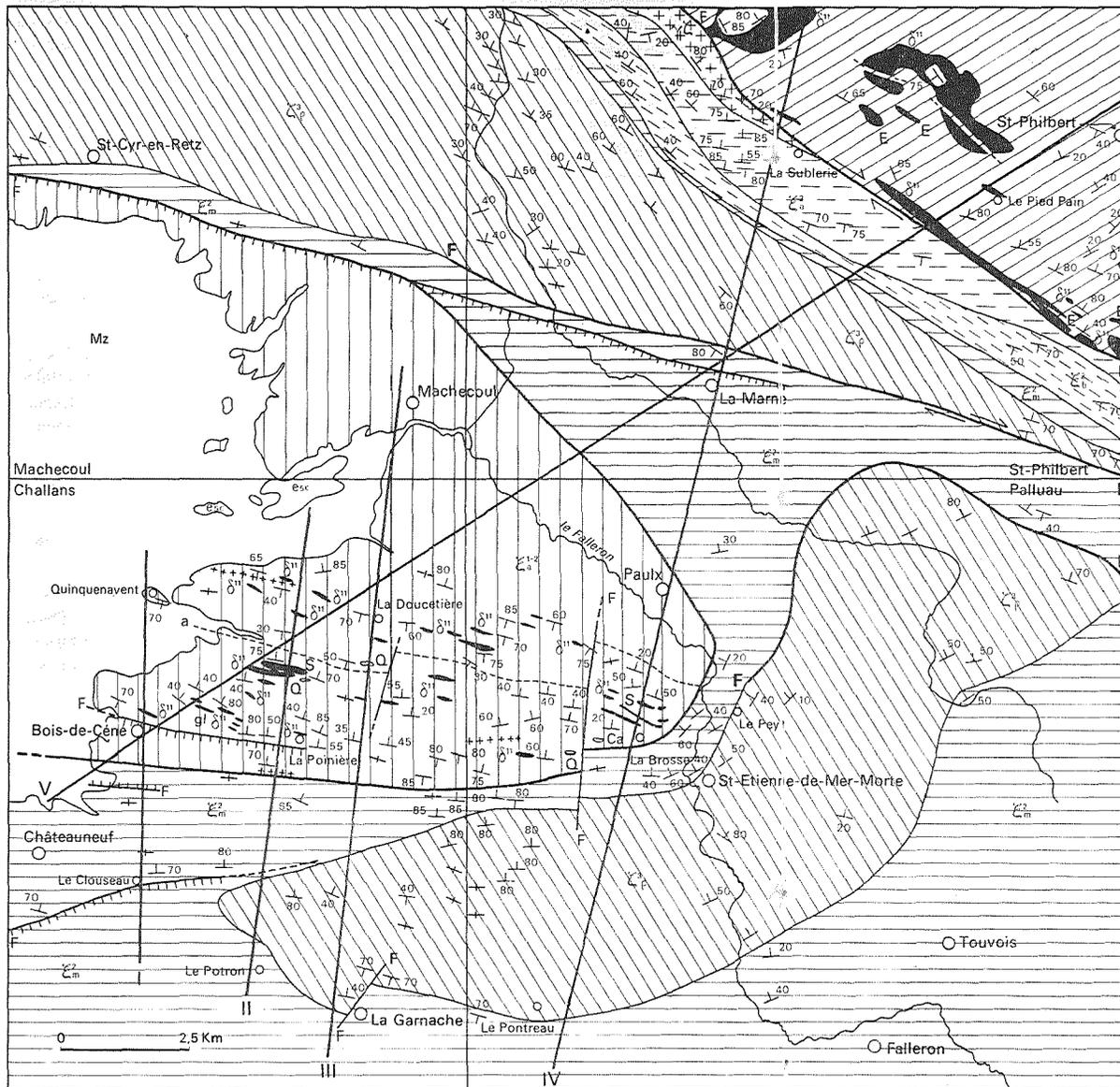


Fig. 1 - Écaille de Bois-de-Céné.  
Schéma tectonique  
Ses enveloppes et ses relations  
avec le horst  
de Saint-Philbert-de-Grand-Lieu

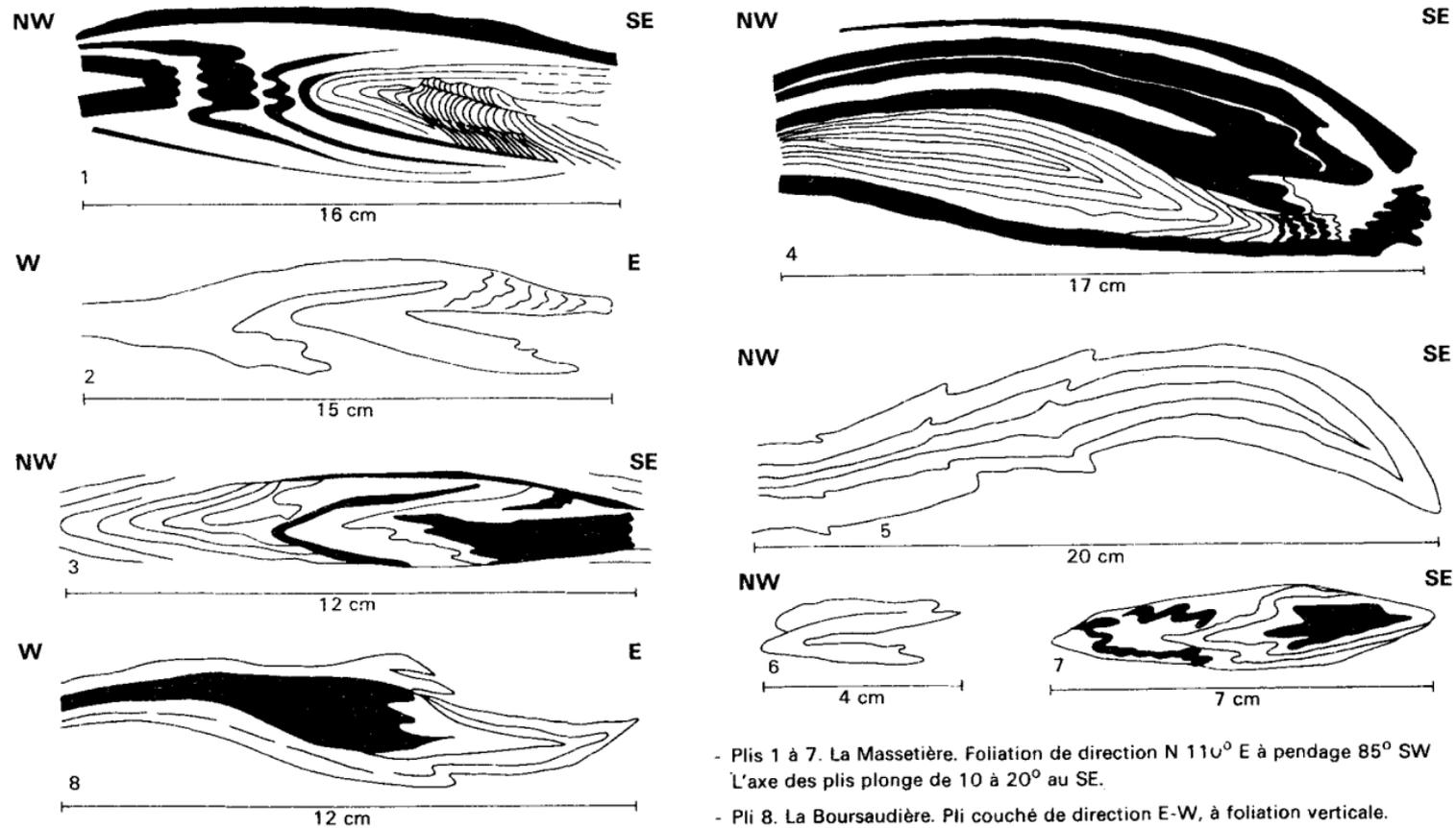
M. Ters, 1982

LÉGENDE

- Mz : Marais
- $\Sigma^{1-2}$  : Micaschistes de Bois-de-Céné.  
 $\delta^{11}$  : amphibolite ou prasinite ;  
gl : glaucophanite ; S : serpentinite ;  
Q : quartzite ; Ca : calcaire dolomitique
- $\Sigma^3_P$  : Porphyroïdes
- $\Sigma^2_m$  : Micaschistes de Saint-Gilles
- $\Sigma^2_2$  : Micaschistes à deux micas
- $\Sigma^2_1$  : Micaschistes albitiques
- $\Sigma$  : Gneiss E : Eclogites
- $\gamma \Sigma$  : Granite gneissique de Rocheservière
- $\wedge_{60}$  : Direction de la foliation  
et valeur du pendage en degrés
- + : Pendage vertical
- - - a : Ligne de renversement des pendages
- F : Trace du plan de chevauchement  
ou de décrochement
- F : Faille mésozoïque ou cénozoïque,  
avec rejet
- + + + : Ligne de crête
- V : Tracé des coupes de la fig. 2

N.B. Les dépôts éocènes et pliocènes masquent  
la moitié nord de la formation de Bois-de-Céné.

Fig. 4 - Dessins de plis P2 dans le complexe de Bois-de-Céné (Coupes dans le plan X-Z)



Garnache), d'axe E-W ; les foliations y tournent en arc de cercle, parallèlement à celles des micaschistes de Saint-Gilles et des porphyroïdes qui forment l'enveloppe du pli (fig. 1). Un renversement des pendages a lieu dans la charnière, donnant à l'ellipse de Bois-de-Céné une structure de synforme (fig. 2). Les couches sont redressées presque à la verticale dans l'ensemble de l'ellipse, comme les micaschistes qui l'enveloppent, ce qui provoque le basculement de tous les plis antérieurs (cf. Remarques stratigraphiques et structurales).

Les micaschistes de Bois-de-Céné forment localement des crêtes parallèles à la direction des couches, qui dominent le relief environnant. La plus remarquable, large de 15 m et longue de 2 km, court du Chiron-Reculeau à la Grivellière, vers la Galtière. Une autre est parallèle à la faille de Bois-de-Céné (la Boursaudière) ; une troisième est visible à la Poupetière, à la limite des micaschistes de Bois-de-Céné et des micaschistes de Saint-Gilles.

$\xi_m^2$ . **Micaschistes à séricite-muscovite, albitiques ou non (Schistes de Saint-Gilles, p.p.).** • **Faciès.** Largement représentée sur la feuille, entre Beauvoir et Challans, cette formation comporte deux faciès principaux, alternant à l'échelle centimétrique à métrique :

— un faciès feuilleté, très micacé, avec intercalations de fines lentilles quartzzeuses ou de minces lits siliceux ;

— un faciès grenu, le plus répandu, de méta-grauwackes albitiques, constitué par des rythmes fins millimétriques, comprenant des lits clairs quartzo-albitiques et des lits verdâtres micacés. Dans les lits clairs, on observe surtout des grains de quartz très fins (5 à 10 microns) d'aspect détritique, associés à des grains d'albite hétérométriques et anguleux (50 à 500 microns) ; l'albite comporte des macles polysynthétiques. Les lits foncés sont formés de chlorite et de muscovite largement cristallisées (analyses Cl. Jacob). Par augmentation de la fraction micacée, on passe à des micaschistes brillants ; par sa diminution, la roche prend un faciès de grès siliceux micacé dans lequel les grains de quartz et d'albite sont de plus grande taille (0,5 à 1 mm). Les minéraux accessoires sont représentés par le zircon, la tourmaline et l'apatite.

Au Nord, vers le contact avec la formation de Bois-de-Céné (à l'Est de Châteauneuf), les lits micacés les plus épais sont boudinés et comportent des lentilles de muscovite, à éclat argenté, (analyses Cl. Jacob) de quelques centimètres de longueur et très aplaties :  $x = 7$  cm ;  $y = 4$  cm ;  $z = 0,12$  cm. Ces amygdales peuvent comporter des plis couchés isoclinaux à foliation de plan axial (la Cailletière), ainsi que des microplis tardifs (P4).

Dans les micaschistes sont intercalées de nombreuses lentilles de quartz d'exsudation, centimétriques à décimétriques, parallèles au plan de foliation. Les faciès les plus riches en albite comportent des veines de pegmatites dans lesquelles le quartz et l'albite se présentent en grands cristaux, étirés et laminés, les épontes étant tapissées de chlorite ou de muscovite.

D'après leur faciès détritique, et leur composition minéralogique, ces méta-grauwackes, à rythmes très fins, pourraient dériver de formations volcano-sédimentaires (tufs ?).

• **Métamorphisme.** Comme les porphyroïdes  $\xi_0^3$ , ces micaschistes sont affectés par le métamorphisme régional de pression et température intermédiaires (type Barrow), ici épizonal (phase M3) :

— dans un premier stade se développe une schistosité de flux  $S_1$ , parallèle à la stratification  $S_0$ , donc née horizontale. La silice en excès se concentre sous forme de veines et de lentilles de quartz, épaisses de 1 à 5 cm, étirées en amandes ou en boudins ;

— dans un second stade, se développe une schistosité de flux S2, parallèle à S1 et S0. Les lentilles de quartz sont plissées, en plis isoclinaux, d'axe E-W.

Ces microstructures affectant de façon identique le Siluro-Dévonien de Brétignolles, mais non le Dévonien moyen du Haut-Bocage, l'âge de ce métamorphisme est éodévonien. Ceci est confirmé par l'âge K/Ar des micaschistes de Saint-Gilles situés à 15 km au Sud-Est (le Pin, en Saint-Révéréd) :  $396 \pm 25$  M.A.

• **Phases de déformation** (cf. tableau III). La déformation tangentielle éodévonienne y a été extrêmement importante. Malheureusement, la mauvaise qualité des affleurements rend souvent l'observation malaisée. On peut distinguer les phases suivantes (aux rochers des Poteries, à 0,5 km au Sud de Bois-de-Céné) :

— les plis P1 n'ont pas été observés,

— les plis P2 sont très nombreux, à toutes les échelles (centimétrique et décimétrique, et probablement kilométrique). Ce sont des plis couchés isoclinaux, généralement orientés N 90°-100° E, et à axe subhorizontal. La schistosité S2 de ces plis est de plan axial. Le plongement de la foliation est très variable : peu inclinée vers le Nord dans la région de Challans et de Beauvoir, elle est subverticale à la Garnache et sur la bordure sud de l'écaille de Bois-de-Céné, dans la charnière du grand pli en S de Saint-Étienne-de-Mer-Morte. Ces plis isoclinaux plissent les lentilles de quartz S1 ; les charnières sont tantôt arrondies, tantôt aiguës. On observe aussi des *structures fermées*, des plis en fourreau, centimétriques à décimétriques ;

— les plis P3. On observe de nombreux plis couchés de taille centimétrique à décimétrique, dont les axes sont orientés N-S à N 40° E ; ils comportent une schistosité de plan axial, qui se confond avec celle des plis P2. Dans les couches micacées, ces plis sont extrêmement aplatis, avec des charnières pointues ; les charnières sont plus arrondies, dans les méta-grauwackes albitiques ;

— les plis P4. Ce sont des plis ouverts, d'amplitude centimétrique à kilométrique, droits ou déversés au Nord-Est, avec un flanc est plus court et plus pentu que le flanc ouest, et des plis en chevrons. Ils comportent généralement une forte schistosité de fracture, de plan axial, mais sans recristallisation métamorphique. La direction originelle du plan axial est entre N 160° et N 145° E, mais elle est localement déviée par le pli P5. L'axe des plis, subhorizontal à l'origine, est localement courbé, et basculé vers le Nord-Ouest ou le Sud-Est, par suite d'ondulations ultérieures, de direction NE—SW. Il est basculé vers le Nord-Est (de 70 à 90°) dans la charnière du grand pli en S, P5 (au Nord de la Garnache). Les flancs des plis en chevrons de taille décimétrique sont eux-mêmes couverts de chevrons plus petits, déterminant une linéation de crénelation de même orientation que celle du plan axial (N 145-160° E) ;

— les plis P5. La partie nord de la formation de Saint-Gilles est entraînée dans un grand pli en S (Rouans, pointe Saint-Gildas—Paulx, Saint-Étienne-de-Mer-Morte—la Garnache) (voir schéma structural en marge de la carte et fig. 1). Le long de la charnière, les couches sont redressées à la verticale (au Nord de la Garnache) ; leur inclinaison diminue sur les flancs du pli, vers Beauvoir, et, à Challans, les pendages ne sont plus que de 10 à 40° vers le Nord ;

— les plis P6. A 1 km au Sud de Challans, le dégagement de la surface d'érosion pré-pliocène dans la carrière des Sablières a permis d'observer des déformations en dômes de 1 à 10 m de diamètre et de 1 à 4 m de hauteur, qui affectent les couches munies de chevrons. Elles résultent de l'interférence de

deux systèmes de bombements, N-S et E-W, qui provoquent le basculement des couches et celui des axes des plis en chevrons.

*Une très forte linéation d'étirement* est visible partout, dans le plan de schistosité S1-2. Sa direction est N 90 à N 110° E. Elle s'exprime par des linéations minérales (micas alignés), par la direction des « queues » formées en ombres de pression, par celle du grand axe des lentilles surmicacées et des lentilles de quartz.

Cet intense étirement E-W a été accompagné d'une rotation vers l'W.NW, affectant les lentilles surmicacées des micaschistes  $\xi_m^2$  et leur conférant une certaine dissymétrie. Ces déformations sont identiques à celles qui affectent les métarhyolites  $\xi_q^3$ .

• **Date des déformations.** Les déformations P1, P2, P3 sont contemporaines de l'apex du métamorphisme éodévotionien. Les phases P4, P5 et P6 sont plus tardives, mais d'âge hercynien. La tectonique tardi-hercynienne se traduit par des cisaillements et des torsions, mais sans métamorphisme et sans plissement.

$\xi_q^3$ . **Méta-rhyolites et méta-arkoses à muscovite (porphyroïdes), coulées à gros phénocristaux.** Cette formation est placée à la pointe occidentale d'un grand pli en S, affleurant sur les feuilles Paimbœuf, Machecoul, Saint-Philbert-de-Grand-Lieu, Palluau et Challans, qui entraîne à la fois les porphyroïdes et les schistes de Saint-Gilles. Elle est enfoncée, en coin subvertical, à l'intérieur de ces derniers. L'orientation d'ensemble est E-W, avec un fort pendage au Nord, le plus souvent supérieur à 70°. Elle est bordée, au Sud de la Garnache, par une zone cataclastique qui affecte principalement les schistes de Saint-Gilles (à la Sauzaie), le long d'un cisaillement dextre E-W qui sépare le bloc de la Garnache, à l'Ouest, du bloc de Grand'Landes, à l'Est (cf. schéma structural et fig. 1).

Cette formation stratoïde comporte plusieurs faciès, la puissance de chacun d'eux ne dépassant pas quelques mètres. On observe des alternances, indéfiniment répétées, de couches massives, d'aspect fluidal et à débit lamellaire, de couches feuilletées constellées de porphyroblastes centimétriques de microcline et de quartz à éclat bleuté, de schistes granulés à porphyroblastes millimétriques de quartz, de microcline et d'albite et de schistes lamellaires plus ou moins piquetés de grains de quartz et de feldspath.

• **Le faciès massif et le faciès œillé** à grands feldspaths dérivent d'anciennes coulées rhyolitiques ; ils sont surtout visibles au Nord-Est (les Etoubles, la Bonnelière, Puits-Rousseau). Les couches sont bourrées de phénocristaux de quartz à reflets bleutés (la Bonnelière) à lacunes de cristallisation, de microcline à double macle ou maculé Carlsbad, et accessoirement d'albite à macles polysynthétiques, de taille plus réduite. Les phénocristaux peuvent atteindre 1 à 2 cm de longueur par étirement. Ceux de microcline sont souvent presque jointifs et forment des traînées parallèles à la direction d'étirement maximum de la roche.

Dans la trame quartzo-feldspathique, riche en lits micacés, sont dispersés de nombreux phénocristaux de quartz et de microcline, de taille plus réduite.

• **Le faciès feuilleté, plus finement œillé**, comporte de petits grains de feldspath (parfois teintés de noir) et des grains de quartz à éclat bleuté. On peut l'observer à l'Ouest de la Garnache, à la Voltière, la Tardoirie. Ce faciès peut dériver de coulées à structure moins grossière, mais aussi d'un matériel arkosique remaniant les coulées.

• **Le faciès feuilleté, à grains de quartz dominants**, correspond à un sédiment déjà évolué, où les grains de feldspath, plus sensibles à l'altération, sont beaucoup moins abondants que ceux de quartz (la Garnache, la Belle-Aisance).

• **Rapports du métamorphisme et du laminage.** Le métamorphisme est épizonal, à muscovite-séricite. La roche comporte une foliation très prononcée et un débit lamellaire. On observe une linéation d'étirement très forte, de direction N 90° à N 110° E, localement déviée au N-S (dans la charnière du pli P5). Au cours du métamorphisme, les phénocristaux ont été étirés dans la direction E-W ; des cristallisations en ombres de pression se sont formées aux extrémités du cristal de quartz ou de feldspath, en « queues » ou « ailerons » qui peuvent atteindre 1 à 2 cm de longueur. Elles sont allongées dans le plan x-y et aplaties dans le plan x-z. L'allongement selon x varie de 1 à 6 ; l'allongement selon y varie de 1 à 2 ; l'aplatissement selon z varie de 1 à 5. Certains phénocristaux de quartz sont partiellement écrasés et réduits en quartz mylonitique ou fluidal, qui se perd dans la mésostase. Les phénocristaux de feldspath sont fréquemment tronçonnés en plusieurs fragments, écartés les uns des autres et réunis par du quartz mylonitique, ou en fibres parallèles à l'étirement. Des golfes ouverts dans les feldspaths sont remplis par la mésostase quartzo-feldspathique (les Etouables).

L'aplatissement correspond à un cisaillement intense dans le plan x-y, en direction E-W ; les queues de cristallisation sont légèrement tordues en hélice ; les phénocristaux de feldspath ont aussi subi une rotation, qui atteint parfois 90° et qui leur donne une forme sigmoïde, orientée au N.NW.

Toutes ces déformations caractérisent la structuration éodévonienne du Silurien de Brétignolles (niveaux des ampélites et des arkoses, niveaux à Graptolithes).

La partie occidentale de la formation, située sous le bassin cénomano-lutétien du Puits-Neuf, a subi une intense altération pédogénétique : la roche est émiettée, et localement kaolinisée (la Tardoirie, la Belle-Aisance, la Voltière). Dans le Bassin de Challans, cette kaolinisation est antérieure au Cénomaniens moyen.

## TERRAINS SÉDIMENTAIRES

### Terrains secondaires

**Série crétacée du Bassin de Challans—Commequiers** (par J.-M. Viaud et M. Ters)

En Vendée littorale, les terrains crétacés sont localisés principalement dans le bassin de Challans—Commequiers (feuilles Challans et Saint-Gilles-Croix-de-Vie), ainsi qu'au Nord de Challans, dans la vallée du Ligneron entre Challans et Saint-Christophe et dans le petit bassin de Touvois (feuille Palluau). La feuille Challans ne comporte donc qu'une partie des dépôts qui se prolongent au Sud, où ils sont mieux représentés.

Des études récentes, effectuées par J. Louail et J.-M. Viaud, basées à la fois sur la sédimentologie et sur l'étude des faunes et des flores, ont permis de reconnaître dans ce bassin une série lithostratigraphique comprenant des formations du Cénomaniens, du Turonien et du Sénonien (*cf.* tableau I).

Venue de l'Ouest, la transgression crétacée a atteint la région vendéenne à partir du Cénomanién moyen et s'est progressivement amplifiée au cours du Cénomanién supérieur et du Turonien, entraînant vraisemblablement une communication avec le Bassin de Paris (Touraine—Anjou), par le détroit de la basse Loire. Les dépôts correspondants s'ordonnent suivant une mégaséquence transgressive, marquée par deux discontinuités sédimentaires majeures signalées par des *hard grounds*, l'une proche de la fin du Cénomanién, l'autre de la fin du Turonien inférieur ou moyen. Une reprise de la sédimentation semble s'être instaurée au Turonien supérieur, mais sous une faible frange d'eau marine.

Une nouvelle pulsation transgressive a eu lieu au Sénonien avec, semble-t-il, une lacune au Coniacien. Après l'invasion progressive de la mer santoniennne, un milieu franchement marin s'instaure au Santonien supérieur—Campanien inférieur avec une prolifération de niveaux à Rudistes. Des sables à Spongiaires qui recouvrent et débordent largement les unités précédentes témoignent de l'apogée des mers crétacées en cette région (Campanien-Maastrichtien) (fig. 5 et tableau I).

**C2a. Cénomanién moyen. Sables et argiles noires de Challans.** Alors que la transgression du Cénomanién inférieur atteint la région charentaise, où la sédimentation reste toutefois très littorale, la Vendée semble avoir été encore émergée à cette époque. C'est seulement au Cénomanién moyen que cette transgression, l'une des plus importantes des temps géologiques, parvient dans la région littorale vendéenne (de la côte actuelle du marais de Monts jusqu'à Touvois, au moins) et que s'y déposent des sables fins et des argiles noires, ligniteuses et pyriteuses. Ces argiles ont été découvertes de 1950 à 1975 par M. Ters, puis par J.-M. Viaud, surtout en sondages.

Ce membre inférieur de la série crétacée repose parfois directement sur le socle cristallophyllien kaolinisé (la Morinière), mais le plus souvent sur un horizon graveleux à passées sableuses plus ou moins fines et d'épaisseur variable (1 à 3 m) (sondages 534-8-2, 19, 20, 189). Anguleux et mal triés, de faciès « gros sel », témoignant d'apports fluviaux, ces sables et graviers quartzeux présentent une granulométrie plus grossière, au contact du socle ; ils constituent une faible réserve aquifère (Saint-Hubert, Bois-Fossé).

Ces sédiments sont présents dans tout le fond du bassin crétacé de Challans—Commequiers (feuilles Challans et Saint-Gilles-Croix-de-Vie). Ils sont subaffleurons sous l'agglomération de Challans et autour d'elle, depuis les Couts au Nord jusque vers Pierre-Levée—la Coëtienne ; au Sud, ils disparaissent sous une couverture de sables sénoniens à concrétions gréseuses et débris de Spongiaires ; vers l'Ouest et le Sud-Ouest, ils sont recouverts par les sables et des calcaires lutétiens qui sont eux-mêmes masqués par les dépôts holocènes du marais de Monts ; parfois aussi, ils sont surmontés par des faluns helvétiques (les Couts, la Bloire, Bois-Fossé).

Cette formation basale de la série crétacée de Vendée existe également dans le couloir tectonique comblé de sédiments lutétiens qui va de Saint-Gervais au Puits-Neuf ; des argiles noires à pollens et Dynophycées du Cénomanién, découvertes par F. Borne et étudiées par D. Fauconnier, existent au Rodet, à 4 km à l'Ouest du Puits-Neuf, ainsi qu'à la Barberoïre. En ces lieux, les argiles sont recouvertes en discordance par les sables et les calcaires du Lutétien supérieur.

Vers l'intérieur des terres, à l'Est, cette formation, ininterrompue, tapisse le fond de la paléovallée du Ligneron, depuis Challans jusqu'au Sud de Grand'Landes (gisements de la Bironnière, de la Sortière, de la Forêt Quairy) ; elle est localement recouverte par des calcaires et des marnes cénomaniennes

(à 500 m au Sud de Saint-Christophe) ; elle tapisse aussi le fond de la paléodépression de Touvois, sous le bourg et au Nord-Est (à 17 km au Nord-Est de Challans), à la tête d'un vallon affluent du Falleron, où les argiles noires sont recouvertes par le Cénomaniens moyen-supérieur et le Turonien.

L'altitude des gisements cénomaniens décroît d'Est en Ouest : de + 42 m NGF à Touvois, elle passe à + 27-30 m à la Bironnière et entre + 12 et + 13 m à Massotté. Dans le bassin de Challans lui-même, le niveau des argiles noires se situe entre 2 et 8 m, au pied du talus schisteux des Parois (sondage 534-8-02) ; au Sud de Challans (champ de courses), il est entre — 6 et — 13 m environ (sondage 534-8-01) ; dans le marais de Monts (Pont-Bâti), il se trouve entre — 2 et — 5 m (sondages 534-7-13).

L'identité des faciès et celle de la palynoflore dans tous les gisements implique leur contemporanéité ; la marge littorale s'est donc affaissée d'une cinquantaine de mètres, d'Est en Ouest, depuis le Cénomaniens (en fait surtout après la deuxième moitié du Pliocène, dont les sédiments sont basculés vers l'Ouest dans les mêmes proportions).

Les argiles feuilletées noires, devenant grises ou violacées en surface, sont constituées d'alternances millimétriques sableuses, silteuses ou argileuses, fréquemment riches en mica blanc ; leur épaisseur totale est de 1 à 5 m (les Jariettes, le Bois-Soleil). Ce feuilletage détermine un débit lamellaire ou en plaquettes. Localement, elles peuvent être remplacées par des sables quartzeux blancs et très fins. La pyrite est parfois très abondante ; elle se présente sous forme de nodules fibro-radiés, de petites tubulures ou de plaquettes qui s'altèrent au contact de l'air. Certains niveaux comportent des cristallisations millimétriques de gypse. Les argiles noires renferment aussi des troncs d'arbre carbonisés, longs de plusieurs mètres (champ de courses de Challans). A la Bironnière, on observe dans les argiles des efflorescences de sulfate d'alumine.

La fraction argileuse des argiles noires, étudiée par Cl. Guez, est constituée essentiellement par de la montmorillonite, formée dans ce milieu saumâtre confiné, un peu de kaolinite, probablement remaniée des paléosols précénomaniens, épais au voisinage immédiat (le Fonteny), et des traces d'illite. Elles comportent quelques restes de tissus végétaux, mais surtout des spores, plus abondantes que le pollen. Les gisements du Bois-Soleil, de Saint-Hubert et de Pont-Bâti ont été étudiés par S. Durand (1958 et 1963). L'étude de l'ensemble des gisements d'argile noire cénomaniens de la région (une trentaine) a été entreprise par C. Azéma, depuis 1970 (cf. tableau II et fig. 6).

« La famille des Schizéacées avec les genres *Appendicisporites* et *Cicatricosisporites* est caractéristique du Crétacé inférieur. Dans le bassin de Challans, ces deux genres sont trouvés en petit nombre mais avec une grande variété d'espèces. Au cours du Cénomaniens moyen, nous voyons apparaître, parmi les Angiospermes, les premiers représentants du groupe des Normapolles avec les

#### Fig. 5. — Carte des gisements fossilifères crétacés.

Liste des gisements : 1 : Le Bois-Soleil en Challans ; 2 : Saint-Hubert en Challans ; 3 : Beauséjour en Soullans ; 4 : Les Rivières en Challans ; 5 : La Fradinière en Challans ; 6 : Pont Bâti en Sallertaine ; 7 : La Bloire en Challans ; 8 : La Coëtère en Challans ; 9 : Heurtevent en Soullans ; 10 : La Barberoie en la Garnache ; 11 : Les Jariettes en Challans ; 12 : La Foudrière en Challans ; 13 : Bel-Air en Soullans ; 14 : La Petite Robinière en la Garnache ; 15 : Les Raillères en Bois-de-Céné ; 16 : Massotté en Soullans ; 17 : Le Pavillon en la Garnache ; 18 : La Gazonnière en Challans ; 19 : L'hippodrome de Challans ; 20 : La Grande-Noue en Soullans ; 21 : Les Terres-Noires en Soullans ; 22 : Le Petit-Moulin en Soullans ; 23 : Saint-Patrice en Soullans ; 24 : La Margottière en Challans ; 25 : La Boucardière en Challans ; 26 : Les Terres-Noires en Soullans.

**Fig. 5 - Carte des gisements fossilifères crétacés  
(Macrofaune, microfaune et microflore)**

- ▲ Sables et argiles de Challans  
Marnes et calcaires des Chauilières (Cénomaniens moyen - supérieur)
  - Argiles noires, Marnes glauconieuses de Commequiers  
et Calcaire des Raillières (Turonien inférieur et supérieur)
  - △ Sables siliceux et grès, marnes et calcaires à Rudistes,  
marnes et argiles noires à microflore (Santonien à Campanien)
  - Argiles à microflore de l'Ilerdien
  - Niveau fossilifère atteint par sondage ou puits
- 1 à 26 Gisements fossilifères





1	2	3	4	5	6	7	8	9	N <sup>os</sup> des formations
									<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Sciponoceras gracile</i> Shum.</li> <li>- <i>Sciponoceras</i> sp.</li> <li>- <i>Kanabicerias septemseriatum</i> (Cragin)</li> <li>- <i>Proplacenticerias orbynianum</i> (d'Orb.)</li> <li>- <i>Proplacenticerias</i> sp.</li> <li>- <i>Metoicoceras geslinianum</i> (d'Orb.)</li> <li>- <i>Metoicoceras</i> sp.</li> <li>- <i>Calycoceras</i> cf. <i>naviculare</i> (Mant.)</li> <li>- <i>Thomelites</i> sp. ?</li> <li>- <i>Mammites nodosoides</i> (Schloth.)</li> <li>- <i>Mammites mutabilis</i> Reymont</li> <li>- <i>Mammites revelieri</i> (Court.)</li> <li>- "<i>Mammites</i>" <i>vielbancii</i> (d'Orb.)</li> <li>- <i>Pseudotissotia gallieni</i> (d'Orb.)</li> <li>- <i>Coelopoceras</i> sp.</li> <li>- <i>Hoffaticeras ganiveti</i> (Coq.)</li> <li>- <i>Hoffaticeras</i> sp.</li> <li>- <i>Jeanrogericeras</i> sp. ? cf. <i>revelieranum</i> (Court.)</li> <li>- <i>Kamerunoceras</i> cf. <i>salmuniensis</i> (Court.)</li> <li>- "<i>Collignonicerias</i>" <i>vielbancii</i> (d'Orb.)</li> <li>- "<i>Collignonicerias</i>" <i>fleuriasianum</i> (d'Orb.)</li> <li>- <i>Paramammites</i> sp.</li> <li>- <i>Epengunoceras</i> sp. ?</li> </ul>
									<b>AMMONITES</b> (W. J. Kennedy et J. Sornay)

N° <sup>o</sup> s des formations										
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
									<p>- <i>Inoceramus pictus</i> Sow.</p> <p>- <i>Inoceramus</i> gr. <i>tenuis</i> Dietze non Mant.</p> <p>- <i>Inoceramus opalensis elongatus</i> Seitz</p> <p>- <i>Inoceramus labiatus mytiloides</i> Mant.</p> <p>- <i>Inoceramus opalensis</i> Seitz non Bose</p> <p>- <i>Inoceramus subhercynicus</i> Seitz</p> <p>- <i>Inoceramus</i> sp. ex gr. <i>subhercynicus</i> Petr.</p> <p>- <i>Inoceramus</i> sp. ex gr. <i>labiatus</i> Schloth.</p>	<p><b>INOCERAMES</b> (J. Serray)</p>
									<p>- <i>Praeradiolites</i> gr. <i>pailletei</i></p> <p>- <i>Praeradiolites hoeninghausi</i> Desmoul.</p> <p>- cf. <i>Praeradiolites hoeninghausi</i></p> <p>- <i>Praeradiolites cylindraceus</i></p> <p>- <i>Hippurites</i> cf. <i>lapeirousei</i> Gold.</p> <p>- <i>Hippurites (Hippuritella) sarthacensis</i> (Coquand)</p> <p>- <i>Sphaerulites</i> sp.</p> <p>- <i>Biradiolites royanus</i> d'Orb.</p> <p>- <i>Biradiolites</i> cf. <i>ingens</i> (Desmoul.)</p> <p>- <i>Radiolites</i> gr. <i>sauvagesi</i></p>	<p><b>RUDIQUES</b> (J. Philipp)</p>





1	2	3	4	5	6	7	8	9	N°s des formations
									<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Mauritsina cladechensis</i> (Damotte)</li> <li>- <i>Mauritsina dordoniensis</i> (Damotte)</li> <li>- <i>Pterygocythere rati</i> Damotte</li> <li>- <i>Hazelina damottae</i> Colin</li> <li>- <i>Dordoniella strangulata</i> Apostolescu</li> <li>- <i>Cythereis (Rehacythereis)ournetensis</i> Damotte</li> <li>- <i>Spinileberis petrocrica</i> (Damotte)</li> <li>- <i>Pterygocythere pulvinata</i> Damotte</li> <li>- <i>Hazelina divisa</i> (Damotte)</li> <li>- <i>Neocythere verbosa</i> (Damotte)</li> <li>- <i>Mauritsina cuvillieri</i> (Damotte)</li> <li>- <i>Dordoniella turonensis</i> Damotte</li> <li>- <i>Cythereis (Rehacythereis) grekovi</i> Damotte</li> <li>- <i>Asciocythere polita</i> Damotte</li> <li>- <i>Planileberis praetexta</i> (Damotte)</li> <li>- <i>Golcocythere turonensis</i> Damotte</li> <li>- <i>Mosaeleberis</i> cf. <i>propinqua</i> (Bosquet) <i>sensu</i> Colin</li> <li>- <i>Limburgina senonensis</i> (Damotte)</li> <li>- <i>Limburgina venusta</i> (Damotte)</li> <li>- <i>Cythereis (Rehacythereis) lacertosa</i> Damotte</li> <li>- <i>Planileberis fastigata</i> (Damotte)</li> <li>- <i>Neocythere imperfecta</i> (Damotte)</li> <li>- <i>Cythereis (Rehacythereis) agedincumensis</i> Damotte</li> </ul>

**OSTRACODES**  
(cf. Uramotte)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	N° <sup>o</sup> des formations	
									<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Daxia cenomana</i> Cuv. et Szak</li> <li>- <i>Hoeglundina supracretacea</i> (Tendam)</li> <li>- <i>Quinqueloculina antiqua</i> (Franke)</li> <li>- <i>Gavelinella minima</i> (Vieaux)</li> <li>- <i>Nodosaria vertebralis</i> (Batsch)</li> <li>- <i>Spiroplectammina rectangularis</i> Tendam</li> <li>- <i>Hedbergella delrioensis</i> (Carsey)</li> <li>- <i>Præglobotruncana delrioensis</i> (Plum)</li> <li>- <i>Quembelitra harrisi</i> Tappan</li> <li>- <i>Heterohelix moremani</i> (Cush.)</li> <li>- <i>Palmula</i> gr. <i>piluleta-elliptica</i> Cush., Nils</li> <li>- <i>Charentia cuvillieri</i> Neumann</li> <li>- <i>Rotalipora cushmani</i> (Morrow)</li> <li>- <i>Morssonella trochus</i> (d'Orb.)</li> <li>- <i>Bulbophragmium</i> sp.</li> <li>- <i>Whiteinella</i> cf. <i>inornata</i> (Bolli)</li> <li>- <i>Helvetotruncana præhelvetica</i> (Truj)</li> <li>- <i>Discorbis</i> sp.</li> <li>- <i>Trochospira</i> sp.</li> <li>- <i>Valvulammina picardi</i> Henson</li> <li>- <i>Rotalia trochidiformis</i> Lam.</li> <li>- <i>Gavelinella laevis</i> Goel</li> <li>- <i>Gavelinella cristata</i> Goel</li> <li>- <i>Nummofallotia cretacea</i> (Schlum.)</li> <li>- <i>Goupillaudina deguini</i> Marie</li> <li>- <i>Pararotalia tuberculifera</i> (Reuss)</li> <li>- <i>Eponides ornatissimus</i> Hofk.</li> <li>- <i>Cyclammina globulosa</i> Hofk.</li> <li>- <i>Mississippina binkhorsti</i> (Reuss)</li> </ul>	<b>FORAMINIFÈRES</b> (C. Moreaudini)





genres *Complexiopollis* et *Atlantopollis*. Leur présence est plus ou moins marquée selon le gisement. Au Cénomaniens supérieur, le rapport spores/Angiospermes commence à être en faveur des Angiospermes qui vont très rapidement coloniser les sites réservés jusque-là aux spores. La variation du pourcentage des *Classopolis* d'un gisement à l'autre est fonction de la situation de ce gisement par rapport à la ligne de rivage où ils sont les plus abondants : leur répartition pourrait être analogue à celle des Paléotiers actuels. »

Les palynoflores du Cénomaniens moyen indiquent un climat de zone tropicale à subtropicale.

Dans le gisement du Rodet (à 7 km au N.NW de Challans), étudié par D. Faconnier, « le résidu est constitué de débris ligneux abondants et d'une microflore riche à microplancton dominant ( $\pm 60\%$ ) avec pollens ( $\pm 30\%$ ) et spores ( $\pm 10\%$ ) ».

**Microplancton :** *Florentinia mantelli* (Davey, Williams) Davey, Verdier, 1973 ; *Palaeohystrichophora infusorioides* Deflandre, 1935 ; *Odontochitina « striatoperforata »* Cookson, Eisenack, 1962 b ; *Bacchidium polyopes* (Cookson, Eisenack) Davey, 1979 b ; *Spiniferites ramosus* (Ehr.) Loeblich, Loeblich, 1966 ; *Exochosphaeridium phragmites* Davey et al., 1966 ; *Tanyosphaeridium variecalamum* Davey, Williams, 1966 b ; *Trichodinium castaneum* (Deflandre) Clarke, Verdier, 1967 ; *Calliosphaeridium asymmetricum* (Defl., Court.) Davey, Williams, 1966 b ; *Exochosphaeridium truncatum* (Davey 1969) Stover, Evitt, 1978 ; *Xenascus ceratioides* (Defl.) Lentin, Williams, 1973 ; *Hystrichodinium pulchrum* Deflandre, 1935 ; *Kleithrisphaeridium readei* (Davey, Williams) Davey, Verdier, 1976.

**Pollens :** *Complexiopollis* sp. ; *Klausipollenites* sp. ; *Classopollis classoides* (Pflug) Pocock, Jansonius, 1961 ; *Inaperturopollenites hiatus* Thomson, Pflug, 1953 ; *Abietinaepollenites microalatus* Potonié, 1951 ; *Pityosporites labdacus* (Pot.) Thomson, Pflug, 1953 ; *Retitricolpites* sp. ; *Retitricolporites* sp.

**Spores :** *Appendicisporites tricornitatus* (Weyl., Greif.) Potonié, 1960 ; *Camarozonosporites insignis* Norris, 1967.

• **Situation et signification paléogéographique des argiles noires cénomaniennes.** Les argiles noires sont localisées seulement dans des paléodépressions telles que la zone effondrée du bassin de Challans—Commequiers, la paléovallée du Ligneron (entre Challans, Saint-Christophe et Palluau) et le bassin de Touvois. Elles y sont recouvertes par une épaisse série du Crétacé moyen et supérieur. Par contre, sur les versants des vallées et sur les interfluvies qui les dominaient, seuls se sont déposés des sédiments du Crétacé supérieur (Turonien—Sénonien) qui reposent directement sur le socle, par exemple sur les deux versants de la vallée du Ligneron (à la Mérandoire, aux Enchères sur la rive droite, à la Roussière sur la rive gauche), ou sur le plateau des Habites.

Le bassin éocène de Saint-Gervais—le Puits-Neuf est situé, lui aussi, dans une dépression tectonique, précénomaniennes : les argiles noires existent dans quelques dépressions de ce couloir (le Rodet), mais, sur les versants, le Lutétien repose directement sur le socle de micaschistes. Il en est de même dans la dépression de Touvois.

Des petites failles ont découpé ultérieurement les terrains crétacés dans le bassin de Challans, mais sans que les grands traits de la topographie précénomaniennes soient sensiblement modifiés (fig. 6).

TABLEAU II

LISTE DES GISEMENTS PALYNOLOGIQUES DU CRÉTACÉ ET DEL'EOCÈNE INFÉRIEUR DE VENDÉE LITTORALE (C. Azéma)

N° de la carte fig. 6	Localités	Gisement	Cordonnées géographiques			Étages	Paléontologie	
			X	Y	Z en m NGF			
23 22 18	Le Loreau La Mongie Les Terres-Noires	puits sondage puits	277,15 277,15 279,05	2 206,25 2 206,55 2 209,10	surface à + 3 entre - 0,50 et - 1 entre + 17 et + 18	Ilerdien-Cuisien	Dinoflagellés Dinoflagellés Dinoflagellés	
30 26 25 31 16 3	Les Aurès Les Roselières Le Coin Les Bardys Le Petit-Moulin Le Pavillon	abreuvoir puits puits sondage sondage sondage	277,90 278,15 277,85 276,45 276,70 279,82	2 206,55 2 205,73 2 206,35 2 203,70 2 208,86 2 218,72	entre + 2 et + 3 entre + 2 et + 3 surface à + 3 de - 1,20 à - 0,70 entre + 5 et + 10 entre + 12 et + 14		Campanien } Santonien } Sémonien	Dinoflagellés abondants Dinoflagellés abondants Loges de Foraminifères Dinoflagellés Dinoflagellés Dinoflagellés
28	Le Bois Viaud	puits	280,25	2 209,35	entre - 1 et 0			Turonien supérieur
32 4 17 21	La Noue La Petite-Robinière Massoté Le Grand Bois	puits sondage puits puits	277,55 280,20 278,60 279,00	2 203,80 2 218,50 2 209,40 2 208,15	entre + 5 et + 6 entre + 15 et + 16 entre + 12 et + 13 entre + 11 et + 13	Turonien inférieur à  Cénomaniien	Tasmanites, Dinoflagellés Loges de Foraminifères Loges de Foraminifères. D. Ammonites : <i>Kanabicerus septemseriatum</i> , <i>Sciponoceras</i> cf. <i>gracile</i> , <i>Meitoceras</i> sp.	

14	La Foudrière	puits	279,60	2 210,50	entre + 13 et + 14	supérieur	Dinoflagellés
34	La Chevallerie	puits	273,75	2 201,47	entre + 1 et + 3		Dinoflagellés
33	Le Creux jaune	puits	278,95	2 203,50	entre + 14 et + 15		
29	Les Vignes	puits	278,95	2 209,80	surface à 17 m		
27	Les Vallées	puits	280,20	2 205,40	surface à 9 m		
15	Heurtevent	puits	277,90	2 210,05	entre + 7,50 et + 9		Loges de Foraminifères
20	La Forêt-Quairy	puits	291,05	2 208,95	entre + 32 et + 35	Cénomaniens  moyen	Dinoflagellés abondants
19	La Bironnière	sondage	289,27	2 209,00	entre + 27 et + 30		
13	Saint-Hubert	carrière	280,30	2 210,92	entre + 12 et + 14		
12	La Coëtère	puits	278,45	2 211,00	entre + 2 et + 4		Dinoflagellés rares
11	Bois Fossé	carrière	278,25	2 212,30	entre + 2 et + 4		
10	Le Bois-Soleil	carrière	277,85	2 212,75	entre + 1 et + 3		
9	La Bloire	puits	280,75	2 212,75	entre + 16 et + 18		
8	Pont-Bâti	sondage	274,40	2 214,53	entre - 5 et - 2		
7	Les Gâcheries	puits	282,40	2 204,25	entre + 5 et + 6		
6	Les Couts	sondage	278,10	2 214,90	entre + 1 et + 4		
5	Les Bouchauds	tranchée	271,94	2 216,40	surface à - 1 m		Dinoflagellés dominants
2	Le Rodet	abreuvoir	274,35	2 219,20	entre + 8 et + 10		
1	Touvois	puits	294,20	2 219,45	entre + 38 et + 42		
24	Les Duttières	sondage	278,05	2 206,57	entre - 27 et + 2	du Cénomaniens moyen au Campanien	

La région de Challans a conservé, de façon exceptionnelle, un paléorelief incisé dans le socle avant le Cénomanién moyen. Une marge littorale large d'une trentaine de kilomètres s'est trouvée, à l'aube de la grande transgression cénomaniénne, dans une zone de lagunes et de marécages saumâtres à très faible influence marine (quelques Dinophycées), aux eaux extrêmement calmes, qui remontaient le long des vallées ; pourvu d'une flore de type tropical humide, ce paysage évoque tout à fait celui qui caractérise l'Ilerdien en basse Loire, au début de l'Eocène : une vaste mangrove ramifiée occupant toutes les dépressions (cuvettes et vallées), sur plus de 50 km de largeur (de Noirmoutier à l'Est du lac de Grand-Lieu).

L'influence des marées ne se fait sentir qu'au-dessus des argiles noires, dans les sables argileux à petites Ostracées (Exogyres) qui les recouvrent. Leur coquille fine et de petite taille indique un milieu encore confiné, à l'abri de cordons littoraux ; elles sont associées à quelques Ostracodes et Foraminifères. Ces dépôts n'apparaissent que très rarement en affleurement ; ils sont surmontés par des sables roux et des argiles jaune verdâtre, à macrofaune silicifiée du Cénomanién, qui sont peut-être un équivalent latéral des Marnes et calcaires des Chauilières c2b (Beauséjour en Soullans, les Rivières et la Fradinière en Challans, etc.). A l'exception des environs de l'agglomération de Challans, ces sables et argiles sont le plus souvent masqués par la couverture sableuse séno-nienne.

**c2b. Cénomanién supérieur. Marnes et calcaires des Chauilières.** Définie au Sud de Commequiers, au lieu-dit les Chauilières (feuille Saint-Gilles-Croix-de-Vie) par J. Louail (1976), cette formation, épaisse de 7 à 8 m en moyenne, est constituée à la base par des marnes grises pyriteuses à petites Exogyres passant à des marnes blanchâtres qui renferment des bancs calcaires très riches en grains de quartz détritiques. Cette évolution sédimentaire traduit une élévation progressive du niveau marin. Au sommet de cet ensemble carbonaté existe une surface durcie perforée par les lithophages, presque continue dans tout le bassin.

Bien que la plupart des affleurements de cette formation se situent au Sud, sur la feuille Saint-Gilles-Croix-de-Vie, quelques points d'observation où ces niveaux sont subaffleurants doivent être signalés sur la bordure sud de la feuille Challans (Massotté, Saint-Patrice) et à l'Est (la Margottière). Ils sont représentés par des marnes et des calcaires marneux, gris à blanchâtres, très fossilifères. L'affleurement noté c2b, au Nord-Ouest de Saint-Hubert, en Challans, doit être rapporté au Cénomanién moyen-supérieur indifférencié (c2a-b).

Les Marnes et calcaires des Chauilières renferment une riche faune. Les Céphalopodes permettent de les rapporter au Cénomanién supérieur (zone à *Sciponoceras gracile* de Juignet et *al.*, 1978). A Saint-Patrice, le creusement d'un puits (gisement fossilifère de la carte) a permis de recueillir des Ammonites : *Proplacenticeras* sp., *Metococeras* sp. et *Sciponoceras* sp., associés à des Echinides dont *Hemiasler similis* d'Orb., qui abonde ; des Brachiopodes avec *Terebratulina phaseolina* Lamarck, espèce très polymorphe ; des Gastéropodes avec *Ageria hector* (d'Orb.) de la zone à *Ostrea biauriculata* selon H.A. Kollmann, etc. (J.-M. Viaud, 1978-1970).

Des récoltes récentes effectuées par J.-M. Viaud et J. Louail ont permis de signaler, en outre, la présence de Bivalves avec de nombreuses espèces dont l'étude est en cours : *Exogyra (Rhynchostreon) columba* (Lamarck), *Exogyra (Amphidonte) conica* (Sowerby) *forma undata*, *Cucullaea guerangeri* (d'Orb.), etc., d'Inocérames, d'Ostracodes particulièrement nombreux et de Foraminifères (*cf.* tableau de synthèse). Il s'y ajoute des Crinoïdes, des articles d'Astéries, des dents de Sélaciens, des Cirripèdes et bien d'autres formes.

Ces Marnes et calcaires des Chauilières correspondent à une pulsation transgressive avec un milieu de sédimentation qui devient franchement marin et ce, progressivement. La présence de pyrite à la base de l'unité, dans les marnes et calcaires gris, confirme cette idée. L'ensemble de la faune s'accorde à définir le milieu comme marin littoral avec une faible profondeur d'eau. Au sondage de Massotté (534-8-20), des dépôts marno-calcaires attribuables au Cénomaniens supérieur ont été rencontrés sur 11 m d'épaisseur environ, entre + 7 m et - 4 mètres. A 1 km plus au Nord, le sondage de la Bouchardière a traversé cette même formation sur une épaisseur moindre (9 m), entre + 8 m et - 1 mètre. Par contre, au Préneau, à 1 km au Nord (sondage 534-8-19), le faciès calcaire semble disparaître puisque seules des marnes sont signalées entre + 1 m et - 5 m environ. A Bel-Air, à l'Ouest de Massotté, sur le compartiment nord qui borde la faille de Soullans—Commequiers, des marnes et calcaires marneux blanchâtres ont été atteints par des puits sous les sables sénoniens. Dans ce secteur, il est à noter la grande abondance du mica, ce qui s'explique par la proximité du pointement schisteux des Courettes, subaffleurant au Nord-Ouest (\*).

Ces niveaux marno-calcaires semblent passer latéralement, vers le Nord, à des sables calcaires (la Bouchardière), puis à des sables essentiellement quartzeux de couleur rousse (la Foudrière, Montravail). Dans tout le secteur de Challans, ainsi que vers Heurtevent, les sables cénomaniens (recouverts localement par le Sénonien), reposent directement sur les sables et argiles noires du Cénomaniens moyen. Mais dans la région de Touvois (feuille Palluau), de tels niveaux, surmontés par des calcaires turoniens, ont été observés.

**C3. Turonien. Argiles noires à microflore, Marnes glauconieuses de Commequiers, Calcaires des Raillères.** L'étage peut être subdivisé en trois ensembles distincts :

— des argiles gris-noir à flore du Turonien basal ;

— un ensemble de calcaires et de marnes glauconieux dit Marnes glauconieuses de Commequiers, défini par J. Louail (1976), et qui correspond au Turonien inférieur (zone à *Mammites nodosoides*) ;

— un ensemble de sédiments détritiques, consolidés ou non (calcaires marno-sableux, sables calcaires) qui caractérisent un Turonien beaucoup plus élevé dans la série (Turonien supérieur probable). La limite entre ces deux ensembles reste difficile à établir avec précision, mais il pourrait exister une lacune au Turonien moyen, matérialisée par le *hard ground* qui coiffe les Marnes glauconieuses de Commequiers.

• **Argiles noires à microflore (Turonien inférieur).** En différents points du bassin [au Creux jaune en Commequiers, à la Noue en Notre-Dame-de-Riez (feuille Saint-Gilles-Croix-de-Vie), à la Foudrière en Challans et à la Petite-Robinière en la Garnache], des argiles grises ou noires ont livré une microflore d'âge turonien.

A la Foudrière, la microflore d'un niveau argileux grisâtre a été étudiée par C. Azéma. Malgré la diversité des pollens de Normapolles, la présence constante du genre *Atlantopollis* qui disparaît au Turonien moyen oblige à placer cet horizon à la base du Turonien. Rencontrées lors du creusement d'un puits, ces argiles semblent surmonter les sables roux plus ou moins argileux à petites Ostracées silicifiées du Cénomaniens. Le sommet de la coupe est constitué par

(\*) La cote NGF du toit du socle est + 2 m et non - 8 m.

des sables sénoniens. Dans ce gisement, aucun membre marno-calcaire turonien n'a été reconnu, alors qu'à 1 km environ, au Sud-Ouest, cette formation existe. Les argiles noires sont peut-être un équivalent latéral de ce faciès carbonaté. D'ailleurs, quelques kystes de Dinoflagellés, très rares, montrent le caractère marin ou tout au moins saumâtre de ce dépôt.

A la Petite-Robinière, à 5 km au Nord de Challans, des argiles noires ligniteuses et pyriteuses à microflore turonienne ont été découvertes. La microflore est la même qu'à la Foudrière. Épaisses d'un mètre, elles reposent directement sur les micaschistes et sont surmontées par 2 m de sables calcaires et de calcaires sableux (faciès des Raillères), du Turonien supérieur probable.

• **Marnes glauconieuses de Commequiers (Turonien inférieur et moyen).** Sur la surface durcie du calcaire des Chauilières (Cénomaniens supérieur), les Marnes glauconieuses de Commequiers, définies par J. Louail (1976), indiquent un retour de l'influence marine, correspondant à des conditions de dépôt subtidales.

Toutes les coupes de référence des Marnes glauconieuses de Commequiers ont été prises au Sud sur la feuille Saint-Gilles-Croix-de-Vie, sur le versant nord de la vallée de la Vie et dans la presqu'île du Soullandeu, ainsi qu'au Verger sur la rive gauche du Lignerou.

Dans le bassin de Challans—Commequiers, où le haut-fond durci des Chauilières n'a pas été reconnu, la sédimentation est continue entre le Cénomaniens supérieur et le Turonien inférieur, ce qui rend délicate la détermination précise de la limite entre les deux étages. Les Marnes glauconieuses de Commequiers sont probablement les homologues des dépôts ligériens du Nord de l'Aquitaine.

Au sommet de cette formation se développe un épais horizon de *hard-ground* glauconieux, visible surtout dans la région de Commequiers. Il correspond à une discontinuité sédimentaire importante dans tout le bassin, réalisée en zone infratidale.

Sur la feuille Saint-Gilles-Croix-de-Vie, les régions de Soullans, Commequiers et Saint-Hilaire-de-Riez ont livré une abondante macrofaune. Les Bivalves abondent avec *Exogyra (Rhynchostreon) columba gigas*, accompagnée des genres *Cardium*, *Pecten*, *Trigonia*. Des Ammonites, abondantes au sommet de la formation, des Inocérames, des Echinides, des Gastéropodes, ainsi que la microfaune et la microflore font l'objet d'une énumération dans le tableau de synthèse (tableau I). A cette faune s'ajoutent des Brachiopodes (Térébratules), des Bryozoaires avec de nombreuses formes encroûtantes, des Crinoïdes, des dents et vertèbres de Poissons, des articles d'Ophiures, etc.

Sur le territoire de la feuille Challans, aucun dépôt pouvant être rapporté à cette formation n'est visible en affleurement, sauf, peut-être, à la butte de Massotté, à l'occasion de travaux. Toutefois, ces marnes et calcaires turoniens existent, puisqu'ils ont été rencontrés dans plusieurs puits et sondages au Nord-Est de Soullans, dans la partie sud de la feuille. Au sondage de Massotté (534-8-190), des marnes et des calcaires contenant des Ostracodes, des Foraminifères et des Bryozoaires turoniens ont été localisés entre 11 et 7 mètres. Par contre, au sondage de la Bouchardière (534-8-20), aucun dépôt attribuable au Turonien ne semble exister ; le Sénonien a été reconnu directement en discordance sur le Cénomaniens supérieur. A mi-distance environ entre ces deux sondages, des marnes grises turoniennes ont été traversées par un puits où leur épaisseur était très réduite (1 à 2 m).

• **Calcaires marno-sableux, Calcaires des Raillères (Turonien supérieur probable).** Le dépôt turonien des Raillères en Bois-de-Céné, situé à 10 km au

Nord de Challans, n'occupe qu'un demi-hectare. Épais de quelques mètres seulement et reposant sur les micaschistes, le calcaire est marneux et localement sableux et sans cohésion. La faune récoltée dans ce gisement permet de lui attribuer un âge turonien et très probablement turonien supérieur.

La carrière inondée des Raillères présente sur son pourtour un calcaire compact, riche en fossiles littoraux. La médiocrité de l'affleurement rend l'observation difficile. Toutefois, le creusement d'un abreuvoir et celui d'un puits ont permis d'établir la coupe synthétique suivante :

1,00 m à 1,50 m : calcaire fin, bien lité, à intercalations de marne blanche ;

1,00 à 1,50 m : calcaire compact, riche en calcite, localement sableux et marne ;

1,00 m environ : grès calcaire friable et ferrugineux à dents de Poissons, avec galets de quartz anguleux et fragments de micaschistes ;

0,50 m environ : galets et graviers de quartz roulés reposant sur les micaschistes.

La présence de nombreux fragments de quartz anguleux et de micaschiste témoigne d'une certaine érosion mécanique, à la base de la formation calcaire. Au sommet, des niveaux sableux sont très biodétritiques.

Dans ces dépôts carbonatés, formés en eaux relativement calmes, s'est développée une faune assez riche. Toutefois, il faut noter l'absence d'Ammonites, même à l'état fragmentaire ; on observe ici l'apparition des Rudistes qui se développeront largement au cours du Sénonien. Dans la littérature ancienne, on cite le Rudiste *Sauvagesia nicaisei* var. *villei*. Dans de nouvelles récoltes, la présence de *Radiolites radiosus* d'Orbigny a été reconnue. On y trouve aussi des Bivalves : *Rhynchostreon suborbiculatum* (Lamarck), *R. columba gigas*, *Cerastostreon flabellatum* (Goldfuss), *Amphidonte obliquatum* (Pulteney), *Spondylus* sp., etc. En outre, cette formation contient des Bryozoaires turoniens, des moules internes de Gastéropodes, des Ostracodes et de rares Foraminifères.

Ce gisement a livré, en assez grande abondance, des dents de Poissons : *Ptychodus decurrens* Agassiz, *Squalicorax falcatus* (Ag.), *Scapanorynchus* aff. *rhapsiodon* (Ag.), *Cretolamna appendiculata* (Ag.), *Hypoliphidae* indét., *Sclerorynchidae* indét. et *Gyrodontidae* indét., associées à des restes de Reptiles sous la forme de dents et de plaques osseuses dermiques de Crocodiliens méso-suchiens indéterminables (déterminations D. Pouit). L'ensemble de la faune rencontrée permet de dater le dépôt des Raillères du Turonien, probablement supérieur.

Ce faciès a été retrouvé à la Petite-Robinière au-dessus des Argiles noires à microflore du Turonien inférieur. En ce lieu, le sédiment est plus sableux, avec seulement quelques dalles d'un calcaire très organogène et détritique. Le sommet de la formation, épaisse, à cet endroit, de 2,50 m, se situe à 18 m environ tandis qu'il est à 25 m aux Raillères.

Dans le bassin de Challans—Commequiers, seul un niveau pouvant être contemporain a été rencontré au Sud-Ouest de Soullans au lieu-dit les Papinières, sur la feuille voisine. En ce point, ce niveau très détritique repose sur des marnes et calcaires gris glauconieux à *Mammites nodosoides*, Ammonite qui caractérise le Turonien inférieur d'où une vraisemblable lacune au Turonien moyen dans cette région.

L'âge attribué à la formation des Raillères et de la Robinière modifie quelque peu les données existantes, en supposant une lacune au Turonien moyen, mais en reconnaissant l'existence d'un Turonien plus élevé que celui des Marnes et calcaires glauconieux de Commequiers.

Après une lacune probable de sédimentation au Coniacien, une nouvelle pulsation transgressive apparaîtra dans la région au Santonien.

**C4.7. Sénonien. Sables siliceux et grès à Spongiaires, Marnes et calcaires à Rudistes, Marnes et argiles noires à microflore.** La Vendée, qui a vraisemblablement été émergée au Coniacien, subit une nouvelle pulsation transgressive au Santonien. D'abord se déposent des argiles très littorales (argiles des Bardys), puis des marnes et des calcaires sableux. Au cours du Campanien, au moins inférieur, cette région est toujours située en milieu marin ; avec le Maastrichtien, la grande régression fini-crétacée va s'amorcer.

Dans l'état actuel de nos connaissances, les formations sénoniennes de Vendée peuvent être rapportées à un intervalle de temps compris entre le début du Santonien et le Maastrichtien.

Ces formations sénoniennes sont transgressives sur les unités précédentes qu'elles débordent, pour reposer parfois directement sur le socle. Essentiellement argilo-marneuse à la base, puis marno-sableuse avec intercalations de biostromes à Rudistes, la sédimentation devient argilo-sableuse et sablo-glaucouneuse au sommet. Une décarbonatation tardive a provoqué une silicification de la partie supérieure de la série, déterminant un horizon connu localement sous le nom de *pierres cornues* (concrétions gréseuses aux formes contournées).

• **Argiles noires à microflore (Santonien inférieur).** La série sénonienne de Vendée semble débiter par des sables et des argiles noires feuilletées saumâtres qui ont livré aux Bardys en Notre-Dame-de-Riez une microflore du Santonien inférieur (C. Azéma et J.-M. Viaud, 1979) (feuille Saint-Gilles-Croix-de-Vie).

L'examen des résidus palynologiques de trois sites santoniens sur la feuille Challans permet d'étendre la présence du niveau des Argiles noires des Bardys à l'ensemble du bassin.

Au Petit-Moulin, sur la bordure sud de la feuille, un sondage de reconnaissance (534-7-158), implanté à proximité immédiate de l'accident tectonique Soullans—Commequiers, a traversé sur plus de 10 m d'épaisseur des sables et argiles ligniteux et micacés, à microflore santonienne. Ce dépôt se situe entre + 10 et 0 m NGF environ. L'unité sous-jacente n'a pas été reconnue. Au Pavillon, en la Garnache, dans le lambeau crétacé situé à 10 km environ au Nord de Challans, un sondage (534-4-46) a rencontré 3,50 m d'argiles sableuses noirâtres sous 6,50 m de sables siliceux coiffés par des dalles de grès. Ces argiles qui se situent entre 11 et 8 m environ, reposent sur des marnes argileuses grisâtres à microfaune (Ostracodes et Foraminifères) d'âge turonien supérieur à santonien inférieur.

L'étude palynologique des argiles de ces gisements, effectuée par C. Azéma, révèle une grande abondance et une grande diversité dans les pollens de type Normapolles, avec plusieurs espèces des genres *Trudopollis*, *Interporopollenites*, *Extrapollis* ; ces formes, ainsi que la présence du genre *Vancampopollenites*, correspondent à une association microflorale d'âge santonien qui peut être comparée à des gisements contemporains du Portugal. Quelques rares organismes marins leur sont associés.

• **Marnes sableuses et calcaires à Rudistes (Santonien moyen à Campanien inf.).** Initialement décrits à la Tonnelle au Nord de Commequiers (J. Louail, 1976), ces faciès ont été retrouvés un peu partout dans le bassin. Dans la partie est du bourg de Soullans (les Guignardières) (feuille Saint-Gilles-

Croix-de-Vie), le sommet de la formation est particulièrement bien représenté (Marnes sableuses de Soullans, J.-M. Viaud, 1978). Ces dépôts marno-calcaires indiquent l'installation d'un milieu nettement marin. Des colonies de Rudistes témoignent d'un environnement de mer chaude et de faible profondeur (zone infralittorale) ; puis s'instaure une sédimentation sableuse, probablement au Campanien. Sur la feuille Challans, aucune de ces formations n'a été rencontrée à l'affleurement. Seul le sondage des Bouchardières (534-8-190) a traversé un niveau de marne sableuse jaune-crème épais de 2 m environ. Cet horizon, situé entre 6 m et 8 m, contient des Foraminifères benthiques d'âge santonien moyen à santonien supérieur.

Les marnes et calcaires à Rudistes contiennent généralement une macrofaune abondante associée à une microflore. Les Rudistes, les Echinides et les Bryozoaires abondent dans certains niveaux (*cf.* tableau de synthèse). Aucune Ammonite n'a encore été trouvée ; seuls de petits Nautilus, peu caractéristiques, ont été recueillis.

• **Sables siliceux à concrétions gréseuses et à Spongiaires.** Localement, les Marnes sableuses de Soullans sont surmontées par des sables argileux noirs, épais de quelques mètres et où abondent de petites concrétions siliceuses aux formes contournées. Ces sables argileux contiennent un assemblage palynologique qui indique le passage du Santonien au Campanien inférieur. Cet horizon se situe soit au sein, soit à la base des sables siliceux à concrétions gréseuses. Ce niveau à microflore a été reconnu seulement au Sud-Est de Soullans sur la feuille voisine : le sondage des Duttières (C. Azéma, C. Fauconnier et J.-M. Viaud, 1981) en Notre-Dame-de-Riez a traversé ce niveau.

Au-dessus de cette formation, existent des sables quartzeux et glauconieux, fins, parfois argileux. De couleur jaune-roux, ils contiennent deux types de concrétions : les premières, communément appelées *pierres cornues*, sont des rognons gréseux aux formes très irrégulières, riches en spicules de Spongiaires, correspondant à une cimentation siliceuse au sein de la formation elle-même ; elles apparaissent dans les Marnes sableuses de Soullans où elles sont de plus petite taille et deviennent très abondantes dans les sables siliceux sus-jacents, surtout au sommet, où elles forment localement un banc continu, et où elles sont associées à de véritables plaques de meulière ; les secondes sont des rhyzoconcrétions (M. Ters, 1961) ou manchons de section circulaire, parfois elliptique par écrasement ; elles sont particulièrement abondantes à l'Ouest de Commequiers (le Grand-Village), à l'Ogerie et au Cargnon (en la Garnache). Leur longueur peut atteindre 1,10 m et leur diamètre 12 cm (le Grand-Village). Les nombreuses bifurcations des racines et des tiges secondaires ne laissent aucun doute sur leur origine végétale (\*). Des nodosités externes correspondent aux attaches de racines secondaires, aujourd'hui disparues. La cavité interne renferme un tube plein central, de section arrondie, qui devait correspondre au cœur de la branche. Certaines d'entre elles sont disposées horizontalement, mais les grosses concrétions fourchues, bifides à la bifurcation des racines, sont implantées verticalement. A la mort de la plante, les vides ont peu à peu été comblés par le sable encaissant et la silicification s'est opérée en milieu acide. Les rhyzoconcrétions sont les témoins d'une végétation installée à la surface des sables sénoniens, après le retrait de la mer.

(\*) Une ingénieuse hypothèse, suggérée par J. Louail, consiste à y voir des terriers, mais cette suggestion ne résiste pas à l'examen morphologique des rhyzoconcrétions.

Ces sables, entièrement décalcifiés, sont bien représentés sur la feuille où ils recouvrent généralement les unités crétacées précédentes. Autour de l'agglomération de Challans, les sables sénoniens sont souvent difficiles à différencier des sables cénomaniens qui, eux, contiennent quelques petites Ostracées silicifiées caractéristiques de cet étage.

La faune contenue dans les sables sénoniens est toujours silicifiée et ne fournit que des formes difficilement déterminables. Incrustés à la surface des *pierres cornues* ou des rhyzonconcrétions, on trouve des fragments d'Echinides, des Bryozoaires et des Ostracées. Parfois, des fragments de Rudistes s'observent comme à la Gazonnière ou à la Grande-Noue près de Massotté. Près des Terres-Noires, le Brachiopode *Rhynchonella vespertilio* Brocc. du Sénonien a été rencontré dans les sables.

A la Gazonnière, à la sortie sud de Challans, subsiste à 9 m d'altitude une couverture de faible épaisseur de sables roux à *pierres cornues* de petite taille. Au sein de ces sables, existent quelques fragments de Rudistes silicifiés. Au Sud-Est de l'hippodrome de Challans, des sables, verdâtres à jaunes, à *pierres cornues*, existent sous les sables et calcaires lutétiens qui disparaissent ici en biseau. En bordure de ces calcaires, la formation sénonienne a livré de grosses concrétions siliceuses à débris d'Echinides appartenant tous au genre *Guettaria* et ressemblant à l'espèce *angladei* de Gauthier. Ce genre était inconnu jusqu'à présent en France ; il existe en Algérie dans des formations datées du Campanien supérieur au Maastrichtien inférieur à moyen (J.-M. Viaud, 1979).

Au Sud du ruisseau de l'Ogerie, les dépôts cénomaniens et turoniens sont masqués par les sables sénoniens, épais de quelques décimètres à quelques mètres. Partout, au sommet de la formation, abondent les *pierres cornues* et les rhyzoconcrétions. Le sol en est souvent jonché.

La bande de terrains crétacés qui longe la paléovallée du Ligneron, entre le Bloire et Saint-Christophe, est coiffée par des sables qui souvent ont glissé en masse sur le versant nord de la vallée, masquant les unités sous-jacentes. Vers la Véronnière et la Margottière, les sables sont localement consolidés en grès que l'on trouve en blocs épars. Certains niveaux ont un faciès de meulière et, au Nord-Est de la Margottière, il existe un véritable niveau à silex de couleur brun rougeâtre à gris-noir.

Ces sables et grès se rencontrent également dans les lambeaux crétacés au Nord de Challans et en particulier vers la Robinière et le Pavillon, à l'Ouest de la Garnache. A la Robinière, à 16 m, près du calvaire, une coupe permet de les observer sur 2 à 3 m d'épaisseur. Les sables de couleur roux jaunâtre sont fins à moyens avec quelques passées grossières. En leur sein existent des dalles de grès pouvant atteindre quelques mètres de longueur et au maximum 50 cm d'épaisseur. Elles ne sont pas jointives et peuvent apparaître irrégulièrement dans les sables. Au sommet de la coupe se situe un horizon à rhyzoconcrétions d'assez grosse taille.

A quelques centaines de mètres au Nord, les grès ont livré une faune très recristallisée d'aspect sénonien. Cette macrofaune difficile à déterminer se compose de Bryozoaires [*Clausa irregularis* d'Orb. ?, *Petalopora costata* (d'Orb.), *Onychocella acis* (d'Orb.)], de Brachiopodes (*Rhynchonella vespertilio* Brocc. ?) et de Rudistes (moules internes de *Biradiolites* ?).

Au sondage du Pavillon (534-4-46) implanté à 18 m d'altitude, 5,80 m de sables fins jaune verdâtre, très argileux vers la base, ont été traversés. Visible dans la carrière près de laquelle le sondage a été implanté, le sommet de la formation contient des niveaux gréseux mais pas de *pierres cornues* ni de rhyzoconcrétions.

Cette dernière formation de la série crétacée a livré des Spongiaires en plusieurs points du bassin. Ils indiquent tous un milieu « coralligène » de plateau continental. Ce sont surtout des Lithistides, que leur squelette solide rend particulièrement résistants, et quelques Pharétronides. Ils vivent en eaux peu profondes et à température plutôt élevée. *Iouea* (= *Phalangium*) sp. a été recueilli aux Rivières, au Sud de Challans.

Au Campanien, se trouve une spongiofaune particulière : des Pharétrones, une Tétracladine et une Rhyzomorine, ensemble très peu profond, en milieu calcaire, riche en Bryozoaires. Tous les Spongiaires du Maastrichtien sont épigénisés en silex. Vue l'absence persistante d'Hexactinellidés, il est probable que la profondeur d'eau s'est accentuée lors du dépôt des sables par rapport aux marnes et calcaires à Rudistes, sans toutefois descendre au-dessous de l'étage circalittoral (J.-M. Viaud, G. Termier, 1980).

• **Dalles de grès siliceux associées aux sables sénoniens.** Vers la surface de ces sables, on observe localement la présence de dalles siliceuses de grès-quartzite : c'est le cas, par exemple, au Cargnon, où elles englobent parfois les rhyzoconcrétions. Elles sont très répandues sur les deux versants de la vallée du Ligneron et de celle de la Vie, où elles peuvent atteindre 7 m de longueur.

La genèse de ces dalles est liée à l'évaporation de nappes phréatiques temporaires, existant dans les sables, après l'émersion de la mer sénonienne. La formation des grès, antérieure au Lutétien, pourrait être datée, comme à Noirmoutier, du début de la régression cuisienne (grès du bois de la Chaise).

• **Signification des mouvements eustatiques, au cours du Crétacé.** La marge littorale vendéenne a été particulièrement sensible aux fluctuations du niveau de la mer, au cours de la seconde moitié du Crétacé, beaucoup plus faciles à saisir ici que dans un bassin profond. La première phase transgressive débute au Cénomaniens moyen et atteint son maximum au Turonien inférieur, malgré quelques irrégularités qui se traduisent sur le fond par des surfaces durcies. La régression s'amorce à l'Angoumien, où le milieu devient récifal, et où se forme une nouvelle surface durcie. Après une émersion au Coniacien, commence la deuxième phase transgressive, qui se terminera au Maastrichtien, avec un milieu de type récifal à Rudistes.

Au maximum de ces deux phases transgressives, la Vendée littorale dut être presque entièrement submergée, au moins jusqu'au méridien de Palluau. Les sables du Sénonien moyen-supérieur sont les témoins les plus élevés (feuilles Palluau et le Poiré-sur-Vie, 1/50 000). Ces pulsations complexes du niveau de la mer, si finement enregistrées en Vendée littorale, ont résulté des modifications des fonds océaniques, à l'échelle planétaire : la surrection des dorsales océaniques a eu une influence majeure sur le relèvement du niveau marin : dès l'Infra-Lias, un bras de mer existait le long de la côte de Vendée (le Veillon). Ce proto-atlantique s'élargit au cours du Jurassique. Au Crétacé moyen, puis au Crétacé supérieur eurent lieu des phases d'ouverture plus importantes, provoquant les grandes transgressions étudiées.

L'enregistrement des grands bouleversements des fonds océaniques sera encore sensible sur la marge littorale vendéenne au Lutétien, puis à l'Helvétien et au Redonien.

### Terrains tertiaires

93-4. **Ilerdien—Cuisien. Argiles du Loreau, des Terres noires et de la Mongie.** Dans le détroit de Fromentine, le sondage 5-16 a rencontré des argiles noires de l'Ilerdien, reposant sur le socle à la cote — 27 (fig. 6), ainsi que dans

le sondage 1-14, à la cote - 20. La flore en a été étudiée par J.-J. Châteauneuf ; elle est identique à celle de Noirmoutier (cf. notice de la feuille Noirmoutier—Pointe de Saint-Gildas).

Les relations de l'Ilerdien et du Cuisien sont établies dans le tableau suivant :  
**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	

Ne figurant pas sur la carte, car de découverte toute récente, des argiles gris-noir, sableuses, ont été trouvées par sondage au Loreau, sur la bordure sud de la feuille. Reposant sur les sables sénoniens à concrétions gréseuses, ces argiles se situent entre - 0,55 et - 1,05 mètre. Peu épaisses, elles contiennent une très riche association palynologique, ainsi décrite par M.-F. Ollivier-Pierre (1980) et rapportée au Cuisien : « Les spores sont peu nombreuses mais variées ; la forme la plus fréquente est rapportée aux Lycopodiaceés : *Camerozonosporites (H.) eocae-nicus*. Les Cupressacées avec quelques exemplaires de *Inaperturopollenites dubius* sont les seuls pollens de Gymnospermes. L'importance du groupe des Normapolles (50 % du spectre) est due à l'abondance de *Plicapollis pseudoexcelsus* et dix autres formes ont pu être déterminées. Les autres pollens d'Angiospermes (en faibles pourcentages) peuvent être rapportés aux Restionacées, Myricacées, Juglandacées, Nyssacées, Sparganiacées, Icacinacées. Les préparations encombrées de nombreux débris végétaux (épidermes, fragments ligneux) renferment des Acritarches et des Dinophycées (*Wetzeliella articulata* Eisenach) ». Les éléments de cette flore sont ceux d'un milieu tropical à subtropical, toujours humide. D'après M.-F. Ollivier-Pierre, les argiles du Loreau seraient un peu plus récentes que celles de la Sennetière, mais un peu plus anciennes que celles de Port-Louis.

Aux Terres Noires et à la Mongie, en Soullans, la paléoflore a été étudiée par C. Azéma (C. Azéma et al., 1981). Elle se compose de pollens d'Angiospermes appartenant à des familles tropicales actuelles telles que les Apocynacées, les Bombacacées, les Sterculiacées, etc., et surtout des *Spinizonocolpites*, pollen du palmier *Nypa*, caractéristique de la mangrove. Les influences marines liées à ce type d'association végétale sont confirmées par la présence de Dinophycées appartenant notamment au groupe *Wetzeliella*.

e5c. **Lutétien supérieur (Biarritzien). Calcaires sableux et dolomitiques à Nummulites, sables siliceux.** Les formations appartenant au Lutétien supérieur sont largement représentées sur la feuille Challans. Plusieurs secteurs sont à distinguer : le bassin de Saint-Gervais—le Puits-Neuf, les dépôts de la Vérie et le sous-bassement du marais.

• **Bassin de Saint-Gervais—le Puits-Neuf.** La dépression de la Bonnetière—le Puits-Neuf, au Nord de Challans, est un couloir tectonique E-W précénomien, entre l'éperon rocheux de Saint-Urbain—la Garnache et celui de Beauvoir—Châteauneuf. Il est bordé au Nord et au Sud par des reliefs de faille presque rectilignes et parallèles. Autour de Saint-Gervais, les calcaires, qui ont fait l'objet d'exploitations, reposent directement sur les micaschistes ; mais à l'Est, l'Éocène repose sur les argiles noires du Cénomien moyen (le Rodet, la Barberoire). La faune, étudiée par Vasseur (1881) comprend à Saint-Gervais des empreintes de *Calyptroea*, *Cytherea*, *Pecten*, *Nummulites meneghini* (?) et de petits Echinides : *Scutella caillaudi*, *Sismondia michelini*, *Echinocyamus* sp. (?). Selon Vasseur, on rencontre au Molin de grandes Cérithes, des Nautilés et des Foraminifères (*Orbitolites complanatus* et Miliolés). Ce dépôt lutétien du Molin occupe un col entre le couloir E-W du Puits-Neuf et le bassin de Challans ; son épaisseur dépasse 10 mètres. La coupe en carrière est la suivante :

3,00 m : sable vert très fin à glauconie, à concrétions gréseuses et nodules calcaires ;

5,00 m : calcaire spathique à Miliolés, en rognons, lentilles et bancs, avec cavités remplies de sables fins verts glauconieux, à *Orbitolites complanatus* du Lutétien supérieur, ou sables blancs très fins ;

2,00 m : calcaire à *Cerithium giganteum* ;

2,00 m : grès à ciment calcaire et sables siliceux à *Ostrea flabellula* ;

1,00 m : cailloutis anguleux de quartz, reposant sur les micaschistes.

Au Puits-Neuf, une coupe schématique donne la superposition suivante :

1,00 m : sable fin calcaire, localement cimenté en grès siliceux, avec quelques plaquettes calcaires intercalées ;

1,00 m : calcaire sableux en plaquettes avec lentilles de sable calcaréo-siliceux intercalées ;

2,00 m à 3,00 m : calcaires durs spathiques à grains de quartz, à nodules et lits d'aragonite ; moules internes de Bivalves, de Gastéropodes et d'Echinidés ;

2,00 m : sable fin quartzeux à granules calcaires, avec *Ostrea multicostata* ;

1,00 m : cailloutis de quartz anguleux avec sable grossier.

Au Nord du Puits-Neuf, le long de la route de Challans à Bois-de-Céné, la coupe du terrain est la suivante :

0,15 m : sable éolisé brunâtre (remblaiement quaternaire) ;

1,05 m : sable calcaire fin, blanc à jaunâtre, peu cimenté, avec rares plaquettes de calcaire intercalées ;

0,20 m : calcaire sableux, avec lentilles de sable calcaréo-siliceux, incluant des galets de quartz roulés ;

1,10 m : calcaire sableux, en plaquettes discontinues, avec de rares galets de quartz ;

0,30 m : calcaire dur spathique, avec nodules d'aragonite fibro-radiée et moules internes de Bivalves ;

> 0,40 m : calcaire spathique.

G. Vasseur y cite des Bivalves : *Ostrea flabellula* ; des Echinides : *Scutella caillaudi* ; des Foraminifères : *Nummulites brongniarti* var. *armorica* et *N. meneghini*. Au cours du lever de la carte, des récoltes nous ont fourni de nombreux moules internes en calcaire ou en aragonite fibro-radiée de Bivalves et de Gastéropodes, des Echinides : *Echinolampas* sp., *Praescutella caillaudi* (Cotteau), *Rhyncholampas gregoirei* (Cotteau), *Linthia* cf. *subglobosa* (Lamarck), *Eupatangus* (?) sp. et des Spatangues indéterminables, ainsi que des Madréporaires : *Astroloenia microstella* (Mich.).

J.-P. Margerel a repris l'étude des Foraminifères des formations éocènes du bassin de Challans ; « elles contiennent une microfaune riche, mais mal conservée. La base, visible au Puits-Neuf, est caractérisée par une faune où les *Rotaliidae* prédominent, avec *Rotalia* aff. *lithothamnica* Uhlig, *R. guerini* d'Orb., *R. suesonensis* d'Orb., *Lutuonella* sp., *Fabularia* sp., *Orbitolites* sp., et surtout *Nummulites brongniarti* d'Arch. et *N. armoricensis* Vasseur, formes qui permettent d'attribuer cette série au Lutétien supérieur (Biarritzien).

Ces sables sont surmontés, au Molin, par un calcaire contenant de nombreux *Miliolidae*, de rares *Peneroplidae* et de grands Foraminifères appartenant aux genres *Nummulites*, *Alveolina* et *Orbitolites*, dont la mauvaise conservation n'autorise pas de déterminations sûres ».

L'ensemble de cette microfaune, riche aussi en Ostracodes, indique des fonds très littoraux.

Au Payré (à 800 m au Sud du Molin), le calcaire est plus massif, épais de 5 m, et repose sur plusieurs mètres de sable.

A Saint-Gervais (le Tribert) comme au Molin, au Puits-Neuf ou à la Barberoïre, la formation de base du Lutétien est un gravier de quartz peu sableux, à éléments anguleux, qui remanie sur place les filons de quartz du socle cristallin. Ces galets subsistent en grand nombre, à l'état résiduel, sur le plateau de micaschistes, au Nord de Saint-Gervais et de Saint-Urbain. Ils subsistent encore seuls, au fond de la dépression, entre le Puits-Neuf et les Lassières.

Dans la partie est du couloir, au Rodet, le calcaire lutétien sableux, en dalles, repose sur les argiles noires à flore cénomaniennne. Entre Saint-Denis et la Barberoïre, la partie supérieure du Lutétien est constituée par du sable jaune grossier, à concrétions calcaires (4 m), qui recouvre du sable blanc très fin (1 m) reposant soit sur le micaschiste, soit sur de l'argile noire cénomaniennne. Comme le bassin de Challans—Commequiers, le couloir de Saint-Gervais—la Barberoïre est une dépression tectonique précénomaniennne.

• **Bassin de la Vérie.** Situé au Sud-Ouest de Challans, ce bassin se trouve à la terminaison orientale de la vaste dépression du marais de Monts, zone dont l'effondrement est anté-cénomanienn et qui est entièrement tapissée par des dépôts lutétiens recouverts par le colmatage flandrien marin. Ces dépôts lutétiens peuvent être observés dans plusieurs carrières aujourd'hui abandonnées, d'où l'on extrayait le sable et le calcaire pour la fabrication de la chaux et pour l'empierrement.

Près du château de la Vérie, des couches d'ocre jaune et de limonite argileuse ont été trouvées au sommet de la formation lutétienne et on fait, jadis, l'objet d'une exploitation très limitée.

Plusieurs sondages effectués pour des recherches hydrogéologiques ont traversé les dépôts lutétiens qui reposent sur le socle par l'intermédiaire de dépôts attribuables au Crétacé supérieur (Cénomanienn ou Sénonien).

Sur cette bordure orientale du marais de Monts, le Lutétien est formé presque essentiellement de calcaires gréseux à intercalations sableuses. L'ensemble de la série atteint 12 m d'épaisseur. De gros nodules d'aragonite fibro-radiée, de

couleur miel, se rencontrent dans la partie supérieure du dépôt où les bancs calcaires comportent des poches sableuses.

• **Le Marais.** Dans les sondages réalisés dans le marais de Monts, la présence de sables et de calcaires lutétiens a été reconnue sous 5 à 10 m de bri et de sables coquilliers d'âge holocène. L'épaisseur maximale de ces dépôts lutétiens, qui augmente d'Est en Ouest, est inconnue. A Saint-Jean-de-Monts (feuille Saint-Gilles-Croix-de-Vie), un sondage réalisé à la station d'épuration s'est arrêté dans des sables fins quartzeux et azoïques de couleur blanche, après avoir traversé 12 m de calcaire et de grès lutétiens. Nous ignorons si, au niveau de la bordure côtière, le Lutétien repose sur le socle par l'intermédiaire de toute la série crétacée ou seulement d'une fraction de celle-ci (argiles et sables céno-maniens ?).

Vers l'Est, la formation lutétienne vient s'achever en biseau sur les sables céno-maniens et sénoniens et sous les faluns helvétiques de l'Ogerie.

• **Fossé tectonique au Sud de Bois-de-Céné.** A 1 km au Sud, un lambeau de Biarritzien effondré entre deux failles E-W est conservé entre les Poteries et la Cailletière : il se prolonge à l'Ouest vers l'Île Chauvet. L'épaisseur de ce calcaire sableux en plaquettes dépasse 2 mètres.

• **Pointe sud du bassin lutétien de Machecoul.** A la lisière nord de la feuille, l'Eocène à bancs de calcaire sableux forme les îlots de la Grande-Métairie ; il se prolonge à l'Est, sous un faciès de sable blanc très fin (la Maison-Neuve, la Robinière), recouvert par 2 m de cailloutis roulé pliocène.

• **Faciès du Biarritzien sous le goulet de Fromentine.** Ils sont connus par une quarantaine de sondages profonds (fig. 7 et 8). Le Biarritzien repose tantôt sur le socle, tantôt sur les argiles noires de l'Ilerdien.

— *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).

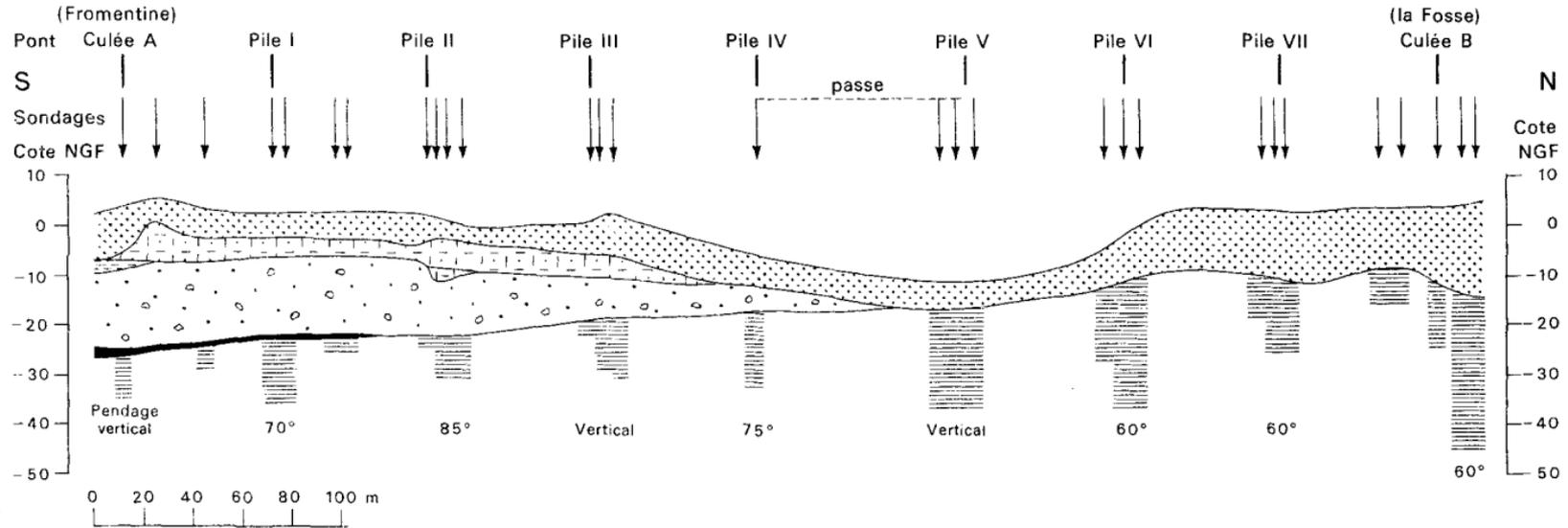
— *Calcaires purs plus ou moins dolomitiques.* Sous le pont, les calcaires non sableux n'ont été repérés que sous la pile II où ils combrent une petite dépression, sous les calcaires sableux.

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.

Fig. 7 - Coupe des terrains, en travers du détroit de Fromentine

M. Ters



Légende

Alluvions marines flandriennes

E<sub>5</sub> Calcaire sableux  
E<sub>5</sub> Calcaire pur

Biarritzien

E<sub>5</sub> Argile glauconieuse  
E<sub>5</sub> Sables siliceux et galets de quartz

E<sub>3</sub> Argile noire } Ilerdien supérieur  
Micaschistes à deux micas

— *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 mètres. 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 multicosata* Deshayes (J.-P. Margerel et M. Ters, 1965). L'âge de cette formation reste imprécis.

Comme à la Vérie, des couches d'ocre jaune et de limonite argileuse ont été trouvées au sommet du Lutétien.

**m2a. Helvétien. Calcaires de faciès savignéen (marzelle) (\*)**. Au Miocène, la mer des faluns transgresse dans le golfe de la basse Loire où elle atteint son maximum d'extension à l'Helvétien. En Vendée, le faciès carbonaté biodétritique caractérisé par l'abondance des Bryozoaires, dit « *savignéen* », existe dans plusieurs gisements proches de l'agglomération de Challans. Ce sont des dépôts calcaires, généralement bien consolidés, mais aussi parfois à l'état de sablon calcaire, en majeure partie constitués par des débris de Bryozoaires, de Balanes et de coquilles diverses (Bivalves et Brachiopodes principalement), agglomérant une assez faible quantité de sable quartzeux (13 % environ) ; les vides sont fréquents ; les bioclastes sont plus ou moins bien liés par un ciment calcitique d'origine chimique. Ces dépôts caractérisent un milieu marin franc mais restant côtier ; la température des eaux correspondait à un climat tropical, beaucoup plus chaud que celui du Pliocène.

Les faluns tapissent le fond de plusieurs dépressions, creusées tantôt dans les micaschistes du socle (le Chambourg), tantôt dans les calcaires sableux du Lutétien (la Fradinière), tantôt dans les sables et argiles crétacés (ville de Challans, les Coutts, Bois-Fossé). L'épaisseur maximale est faible (2 à 8 m). Leur altitude, en surface, se situe entre 8-11 m pour atteindre un maximum de 15 m au Chambourg.

• **Les Emonnières**. Dans ce gisement situé à 2 km au Nord-Ouest de l'agglomération de Challans, l'Helvétien se présente sous un faciès de sablons calcaires très riches en Pectinidés, en particulier. D'une puissance supérieure à 4 m, ce dépôt comble le fond d'une petite dépression creusée dans les micaschistes reliée à la vallée du ruisseau de Pont-Habert. Ce site a été découvert au cours du lever de la carte.

• **Les Coutts**. Situé à quelques centaines de mètres au Sud-Est du précédent, ce dépôt, constitué principalement de calcaires faluniens, est très riche en Bryozoaires [*Hornera frondiculata*, Lamarck, *H. reteporacea* M. et Ed., *Metrarabdotos helveticum* (Roger et Buge)], Balanes, Térébratules dont certaines de grosse taille (*Terebratula ampulla* Brocchi), Pectinidés [*Chlamys (Aequipecten) radians* (Nyst), *Pecten (P.) praebenedictus* (Tourn.) ?]. On y rencontre aussi des Echinides de petite taille (*Echinocyamus subpiriformis* Cottreau, E. sp.). Ces faluns occupent une surface réduite dans une gouttière orientée E-W affluente de la vallée de Pont-Habert et creusée dans les sables et argiles du Cénomaniens. Leur épaisseur ne dépasse guère 4 mètres. Ils sont dominés au Nord par la butte interfluve de micaschistes des Coutts, haute de 22 mètres. Le falun était visible jadis dans un abreuvoir, à 100 m à l'Ouest de la route (CD 58).

(\*) Par J.-M. Viaud.

• **Le Chambourg—la Bloire.** A l'Est de Challans, au sortir de l'agglomération, depuis le Chambourg au Nord jusqu'à la Bloire au Sud, subsiste un autre dépôt helvétique. Au Chambourg, les calcaires reposent sur les micaschistes et leur surface se trouve vers 12-15 mètres. Dans une mare, la coupe est la suivante :

1,00 m : remblaiement quaternaire de sables éolisés et de galets, remaniés du Pliocène ;

0,80 m : falun sableux et argileux, pétri de coquilles ;

2,00 m : calcaire jaune clair, à stratification horizontale, en lits épais de 2 à 5 cm ;

0,20 m : sablon calcaire et argileux ;

0,50 m : calcaire en dalles à fragments de quartz anguleux reposant sur les micaschistes.

Par contre, à la Bloire, les calcaires faluniens à éléments quartzeux grossiers reposent partiellement sur les argiles noires cénomaniennes comme aux Coutts. Ces argiles noires affleurent d'ailleurs en bordure des faluns au village de la Bloire. Bien visibles lors de la construction du lotissement de la Bloire, ces faluns disparaissent, par érosion, au contact des sables et cailloutis pliocènes (Redonien) des Sablières. La faune de ces faluns est commune aux autres gisements.

• **Agglomération de Challans.** L'Helvétien s'étend sous la partie sud-est de l'agglomération, entre le moulin du Calvaire, le château de la Marzelle et la Mairie ; dans les puits, la coupe est la suivante :

0,50 m : nappe de sable et de galets éolisés (Quaternaire) ;

0,50 m : argile brune de décalcification ;

2,00 m : falun de faciès savignéen, peu cohérent, riche en Bryozoaires, Balanes, Bivalves ;

> 3,00 m : argile grise feuilletée probablement cénomanienne.

C'est G. Vasseur qui, en 1881, signala pour la première fois le gisement de la Marzelle à Challans ; il nota que le faciès de type savignéen se rapproche de celui des faluns de l'Anjou. A l'Est de ce dépôt, les faluns semblent être directement en contact avec les micaschistes, alors qu'à l'Ouest, ils reposent sur les sables et argiles noires cénomaniennes qui existent sous toute l'agglomération challandaise et son pourtour.

• **Bois-Fossé.** Au cours du lever de la carte, un petit lambeau de falun a été reconnu au Sud de Challans, à Bois-Fossé, sous 1 m de colluvions quaternaires. Il s'agit d'un sablon calcaire très riche en Bryozoaires. Épais de 2 m environ, il repose sur les argiles noires cénomaniennes.

• **L'Ogerie.** A l'Ogerie, sur la bordure nord du ruisseau des Godinières, subsiste un autre dépôt qui s'étend jusqu'à la Fradinière à l'Ouest.

Au Nord et au Nord-Ouest de l'Ogerie, les faluns s'appuient contre un talus de micaschistes qui les domine de 2 à 3 mètres. A l'Ouest, ils disparaissent par un contact discordant avec les calcaires lutétiens de la Vérie. Traversés sur plusieurs mètres (3 à 5 m) par les puits du lotissement de l'Ogerie, les faluns ont livré une faune abondante : des Bivalves [*Glycymeris* sp., *Chlamys (Aequipecten) radians* (Nyst), *Pecten (P.) praebenefidictus* (Tourn.)], des Bryozoaires avec de grandes colonies, des Echinides (*Echinolampas dumasi* Cotteau et *Arbacina monilis* Desmarest), des Brachiopodes aux nombreuses valves disjointes (*Terebratula ampulla* Brocchi), des dents de Sélaciens, des fragments de côtes de

Lamantins. Les graviers de quartz sont nombreux dans ce falun où l'on rencontre également des fragments de micaschistes arrachés au socle. A l'Est, le contact des faluns avec les cailloutis et sables pliocènes des Sablières n'est pas clairement établi. Toutefois, un sondage réalisé près de la route qui mène à Montravail donne la coupe suivante :

- 0,40 m : terre végétale de surface ;
- 0,70 m : remblaiement de sables, graviers et galets (alluvions quaternaires) ;
- 0,20 m : sable moyen et graviers jaunes ;
- 0,15 m : sable et graviers argileux jaunes ;
- 0,35 m : sables et graviers jaunes très argileux ;
- 0,60 m : sable et graviers avec granules de calcaires ;
- > 0,50 m : Falun helvétique, passant latéralement à des bancs calcaires consolidés jaune clair.

Les sables et graviers qui surmontent le falun helvétique sont vraisemblablement d'âge pliocène, comme la formation des Sablières, observable en carrière à quelques centaines de mètres au Nord-Ouest.

Vers le Nord, le gisement s'étend jusqu'au Fief-Boiteau et à la Voie.

• **La Motte-Foucrand.** Situé de part et d'autre de la voie ferrée, ce dépôt est constitué par un falun pétri de Bryozoaires et de Pectinidés. Il s'appuie au Nord sur la butte crétacée (Sénonien en discordance sur les sables et argiles noires cénomaniennes) de la Coëtière qui le domine de quelques mètres. Il disparaît au Sud au contact avec des sables et graviers attribuables au Pliocène.

Une petite carrière creusée sur le bord est de la voie ferrée donne la coupe suivante :

- 0,50 m : sables ronds-mats, gravillons et galets éolisés (Quaternaire) ;
- > 3,00 m : falun jaune-crème, constitué de débris de Bryozoaires et de Lamellibranches, irrégulièrement cimenté en plaques de 20 cm d'épaisseur (Helvétique).

**PR. Pliocène marin (Redonien). Faciès calcaires et sablo-calcaires.** Les dépôts pliocènes sont représentés par des sables et des cailloutis dont la base seule est restée calcaire (pR), l'essentiel de la formation étant entièrement décalcifié (p2). L'âge redonien de ce complexe est établi par la faune découverte à 2 km au Sud-Est de Challans, dans une carrière aujourd'hui en partie comblée, sur le bord est de la route de Commequiers, à 250 m au Nord des Sablières.

Sous 3,75 m de cailloutis rubéfiés et décalcifiés, une fouille effectuée en 1969, a révélé la présence de dalles de calcaire sableux formées dans un sable calcaire et graveleux épais de plus de 1,50 mètre. La base n'a pas été atteinte. La partie supérieure du cailloutis n'est que le résidu de la décalcification de cette formation primitivement calcaire. Les bancs calcaires et le cailloutis calcaire renferment des Ostracées, *Chlamys (Aequipecten) radians* (Nyst.), ainsi que de nombreuses grosses Térébratules, dont *Terebratula grandis* (Blumenbach). Les Bryozoaires sont abondants : *Melicerita charlesworthi* (M. et Ed.), *Metrarabdotos miniferum* (M. et Ed.), *Steginoporella elegans* (M. et Ed.), etc. Ils permettent d'attribuer ce dépôt au Redonien.

A quelques dizaines de mètres plus à l'Est, un puits creusé dans le cailloutis a fourni la même faune (J.-M. Viaud).

Ce faciès sableux calcaire, à dragées de quartz, est identique à celui des gisements pliocènes de la forêt de Touvois (feuille Palluau) et du moulin des Gâcheres, au Sud de Commequiers (feuille Saint-Gilles-Croix-de-Vie), qui sont pourvus de la même faune.

D'après la faune des autres gisements redoniens de Vendée, en particulier de celui de Palluau (M. Ters et *al.*, 1970), la température des eaux devait être un peu supérieure à l'actuelle, mais moins élevée que celle du début du Pliocène ; elle correspondait à un climat chaud de type méditerranéen, assez analogue à celui qui règne actuellement sur la côte atlantique du Maroc. Il aurait régné durant la deuxième moitié du Pliocène. Certaines formes du gisement de Palluau (situé à 19 km seulement à l'Est de Challans) impliquent une profondeur de la mer de 30 à 50 m au moins, au maximum de la transgression. La totalité de la superficie de la feuille Challans a donc été recouverte. Au fond des vallées transformées en rias, se déposèrent des sédiments carbonatés très fossilifères. Lors de sa régression, la mer pliocène laissa sur place des dépôts de plage, arénacés et graveleux, étagés en paliers, très bien conservés sur la feuille voisine Palluau.

**Altitude des dépôts pliocènes.** Comme pour le Crétacé, leur altitude décroît d'Est en Ouest : ils culminent à l'Est du château des Chênes (37 m), s'abaissent à 17 m, à l'Ouest du Badreau, et à 13 m aux Sablières ; ils ne sont qu'à 3 m sur la presqu'île du Soullandeu, au Sud de Soullans (feuille Saint-Gilles). Leur basculement vers l'Ouest est évidemment post-redonien.

**p2. Pliocène. Faciès sableux et graveleux. Répartition et relations avec les dépôts secondaires et tertiaires.** Ils sont largement répandus sur toute l'étendue de la feuille, sous forme de résidus laissés par l'érosion et ne sont épais que dans des cuvettes, des vallées ou des golfes.

En bordure nord de la carte, le cailloutis pliocène, à galets roulés de quartz, recouvre des sables lutétiens (la Maison-Neuve—la Robinière), ainsi qu'à Saint-Gervais et au Sud du Clouseau. Dans la vallée du ruisseau de Pont-Habert, il recouvre les faluns helvétiques, ainsi qu'au Chambourg ; au Sud et au Sud-Est de Challans, il remplit un golfe creusé dans les micaschistes (les Sablières), encadré par des talus de sables crétacés (la Bloire, Montravail). A Rocheville et au champ de course de Challans, il repose sur le Cénomaniens et sur le Sénonien.

Au Sud, sur la lisière de la feuille Saint-Gilles-Croix-de-Vie, les cailloutis pliocènes reposent sur les sables sénoniens (le Retail).

*Pourvue à la base d'une faune redonienne et reposant localement sur le Crétacé supérieur, le Lutétien ou l'Helvétien, cette formation ne doit pas être confondue avec des graviers de base du Cénomaniens comme cela a été proposé par J. Louail (1981).*

• **Cailloutis du golfe des Sablières.** Ils sont entourés de tous côtés par le Cénomaniens, sauf à l'Ouest, dans la vallée du ruisseau de l'Ogerie ; la mer pliocène, avant de recouvrir l'ensemble du relief, avait évidé cette vallée jusqu'au micaschiste. C'est dans la carrière située à l'Est de la route de Commequiers, à 250 m au Nord des Sablières que l'on pouvait observer en 1969, la coupe la plus complète :

#### *Épaisseurs*

0,80 m : sable éolisé et galets de quartz remaniés ;

2,50 m : cailloutis décalcifié et rubéfié : sable peu usé, un peu feldspathique, argileux, avec nombreuses dragées de quartz (1 à 5 cm de longueur), sans stratification, disposé *en vrac* ;

0,75 m : cailloutis rubéfié, *en vrac*, avec niveau d'accumulation d'hydroxydes de fer et de manganèse ;

0,20 m : niveau argileux avec sable et gravier, *en vrac* ;

0,10 m : dalle de calcaire sableux en partie décalcifié. Fossiles ;

0,75 m : dalles stratifiées de calcaire sableux dur. Fossiles (moules internes de Bivalves) ;

0,75 m : dalle de calcaires sableux, peu cimentées. Fossiles ;

> 1,5 m : sable calcaire et gravier roulé. Dragées de quartz, débris de coquilles. Fossiles (Térébratules), faune redonienne.

La nature des galets, leur forme, leur degré d'usure et leur granulométrie sont identiques dans les niveaux restés calcaires et dans la partie supérieure décalcifiée. On peut estimer à 50 % du volume au moins la fraction qui a disparu par décalcification et lessivage. Maintenant épais de 6 à 8 m, le cailloutis s'est donc affaissé sur lui-même d'une hauteur au moins égale. Par décalcification, toute trace de litage a disparu, d'où l'aspect désordonné et *en vrac* des couches de galets rubéfiées.

A l'Ouest de la route, les anciennes carrières (le Bret) ont été transformées en zone de loisirs en 1981 ; une coupe est encore visible, au Sud du bois de pins. Le cailloutis pliocène, siliceux à matrice argileuse, est entièrement décalcifié, avec un faciès *en vrac*, sur 6 m de hauteur. Mis à part quelques rares galets de silice crétacés, il est uniquement constitué par des dragées et des galets de quartz : ceux-ci sont assez bien calibrés (entre 1 et 7 cm). Leur usure correspond à celle d'un cordon littoral. Les grains de quartz du sable sont non-usés, ou émoussés-luisants ; le feldspath est assez abondant comme dans beaucoup de dépôts pliocènes de Vendée. Dans le cortège des minéraux lourds, la staurotite domine largement (70 %), accompagnée d'andalousite (12 %), de tourmaline (2 %), de disthène (2 %), de zircon (3 %), de rutile (1 %), d'anatase (2 %). On trouve aussi du grenat (6 %), de la glaucophane (0,5 %), du chloritoïde (1 %), et de l'épidote (0,5 %), minéraux plus fragiles qui sont connus dans les sables pliocènes de la région.

• **Cailloutis du golfe du château des Chênes.** La mer pliocène, venue de l'Ouest, a remblayé aussi ce golfe, après déblaiement des sédiments crétacés qui occupaient la vallée du Ligneron. L'altitude de la surface décroît d'Est en Ouest (de 32 à 12 m).

Au Badreau, aux Rignonnières, à la Godinière, l'épaisseur totale des dépôts est de 3 à 8 m, sur un socle de topographie inégale. Des lits de galets et de sable à stratification oblique, alternent avec des lits subhorizontaux, avec ou sans litage. Des lits de sable fin horizontaux ou inclinés y sont intercalés, ainsi que quelques minces lentilles d'argile blanche. La pente des lits est inclinée tantôt au Sud-Est (de 10 à 20°), tantôt au Sud-Ouest (de 5 à 20°), tantôt au Nord-Ouest. Ceci indique des courants violents, en milieu estuarien. La vallée du ruisseau des Grolles est incisée dans le cailloutis pliocène, sur la plus grande partie de son parcours.

• **Sur l'éperon de Bois-de-Céné et sur la presqu'île de Beauvoir,** beaucoup de petits gisements résiduels n'ont pas été portés sur la carte : au pied du talus tectonique de Bois-de-Céné s'étend une plate-forme couverte de sable et de cailloutis roulé de quartz. A 300 m au Sud de la Brelingue, l'épaisseur du

dépôt dépasse 3 m, ainsi qu'à l'Ouest du Chiron-Reculeau. Entre Beauvoir et Châteauneuf, des placages discontinus de cailloutis à galets roulés jalonnent la surface du plateau, entre 20 et 25 mètres (moulin du Puits-Neuf, la Vigne-du-Four, Saint-Sauveur).

Quelques témoins du recouvrement pliocène subsistent dans le bassin éocène de Saint-Gervais—le Puits-Neuf, au pied du relief de faille (le Roullard).

**Substratum rocheux des cailloutis pliocènes.** Ils reposent le plus souvent sur les micaschistes. Sous la violence des courants, ceux-ci ont localement été rabotés jusqu'à la roche saine (les Sablières) ; mais en général, le socle est extrêmement altéré : le micaschiste est friable ou argilisé (château des Chênes, le Ballon). A la Godinière et au Sud des Chênes, une couche d'argile bariolée, épaisse de 5 à 10 cm, se trouve à la base du cailloutis ; elle renferme essentiellement de la kaolinite. Nous avons montré que l'intense altération, en partie conservée sous le Pliocène, était en réalité pré-cénomaniennne [argiles kaoliniques conservées sous le Cénomanienn, aux Douèmes, à 3 km à l'Est du château des Chênes (M. Ters, 1959)]. Au-dessus de cette argile, un mince niveau d'accumulation de fer s'est localement constitué, à la base des cailloutis.

**Les phénomènes périglaciaires qui affectent la surface du remblaiement pliocène.** Lors de leur exploitation, les carrières des Sablières ont permis d'observer l'existence d'un *sol polygonal*, à grandes fentes de gel, sur plus d'un kilomètre carré. Le réseau polygonal a une maille de 6 à 7 m, avec fentes intermédiaires. La direction des fentes est suborthogonale : surtout NW—SE et NE—SW. Au sommet, l'ouverture des fentes est de 0,30 à 1 m de largeur et leur hauteur atteint 1,5 à 3 mètres. Lorsque le cailloutis est peu épais (2 à 3 m), la fente atteint le micaschiste et s'y prolonge sur 50 cm au moins (village des Sablières). Le remplissage des fentes est fait de sable éolisé *rond-mat* à 100 %, dont les minéraux lourds, eux-mêmes ronds-mats, sont plus variés que ceux du sable pliocène, et comportent des apports du plateau continental émergé.

Ces fentes se sont formées dans un milieu périglaciaire aride, très froid, dans les conditions climatiques devaient être analogues à celles de la région de Mac'Murdo, en Antarctique. De telles conditions ont existé à plusieurs reprises en Vendée, au Quaternaire, en particulier au Quaternaire ancien.

#### Caractéristiques des fentes du cailloutis de la zone de loisir des Sablières

Distance en mètre entre les fentes	N <sup>os</sup>	Direction des fentes	Inclinaison	Hauteur	Largeur au sommet
14	1	50 E	85° NW	1,50 m	0,60 m
5	2	65 E	80° SW	2,50 m	0,90 m
7	3	30 E	80° E	0,80 m	0,20 m
8	4	30 E	subverticale	1,20 m	0,60 m
7	5	N-S	85° W	1,00 m	0,60 m
13	6	10 E	85° NW	1,20 m	0,40 m
	7	N-S	80° E	1,50 m	0,70 m

Aux Rigonières, on a pu observer des *marmites de cryoturbation*, hautes de 0,80 m et large de 0,40 cm, à galets redressés verticalement le long des parois.

Enfin, la nappe de cailloutis pliocènes est entièrement recouverte par une couche de sable remanié rond-mat, épaisse de 0,50 à 0,80 m, d'origine en partie locale (Cénomaniens, Sénoniens et Pliocène), et en partie lointaine (sables du plateau continental, refoulés pendant les régressions marines, en période périglaciaire de climat aride).

### Terrains quaternaires récents et actuels

**LP. Limons éoliens (Würm).** Comme dans toute la Vendée, des limons éoliens, plus ou moins sableux, ont recouvert toutes les formations, au cours des phases climatiques froides et arides du Quaternaire ; ceux que l'on observe encore sur les plateaux, à l'état de résidus, datent du Pléniglaciaire wurmien ; très érodés au voisinage de la côte, ils subsistent surtout à l'Est de Challans et sur la presqu'île de Beauvoir où ils sont épais de 0,10 à 1 mètre. Mais ils constituent, à l'état remanié, une part importante des colluvions de versants, ainsi que la partie supérieure du remblaiement holocène de fond de vallées, conséquence de la déforestation. Lorsqu'ils sont en place, sur les plateaux, ces limons sont fins, gris ou beiges en surface, jaunes en profondeur. Les sols podzoliques qui y sont formés comportent localement 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, domine l'illite, accompagnée d'un peu de kaolinite. La fraction sableuse est très éolisée (70 à 90 % de grains ronds-mats, à la taille de 200 microns). Elle provient du remaniement des sables crétacés du bassin de Challans, des sables pliocènes des Sablières et des Chênes (dont elle contient les minéraux lourds : staurotide, andalousite et zircon dominants), mais aussi du soufflage vers le continent des sables épandus sur le plateau continental exondé, en période de bas niveau marin, riches en grenat, épidote, glaucophane et chloritoïde ; l'origine de ces minéraux est à rechercher dans les micaschistes de Groix et de Bois-de-Céné. En outre, les limons contiennent un pourcentage non négligeable d'augite et d'hypersthène, provenant des alluvions wurmiennes de la Loire, déversées sur le plateau continental, en période de régression marine. On peut déduire de la répartition des cortèges de minéraux lourds que, dans cette région, les vents dominants soufflaient de l'Ouest et du Sud-Ouest en période périglaciaire aride, comme actuellement (M. Ters, 1957).

Les limons sont presque toujours séparés du socle sous-jacent par une nappe plus ou moins épaisse de cailloutis jaunis, souvent éolisés, donnant en coupe une *stone-line*. Épais de 5 à 20 cm, ce cailloutis résulte des actions de solifluxion périglaciaires wurmiennes, remaniant des cailloutis éocènes, pliocènes ou les fragments de quartz arrachés au socle de micaschistes.

**Sables de couverture.** Aux limons éoliens, à granulométrie très fine, il faut rattacher les nappes de sable, à grains très éolisés, qui recouvrent une grande partie du relief ; leur dépôt a été favorisé par l'abondance des formations sableuses locales (crétacés, éocènes, pliocènes). Ils ont très probablement été remaniés par le vent, à maintes reprises, au cours des phases froides et arides du Quaternaire. Sur les sables lutétiens, la couche éolisée est épaisse de 0,5 à 0,8 m (le Moulin, le Pouvreau, Sallertaine) ; sur les sables cénomaniens, elle atteint 1 m d'épaisseur (l'Auvardière, la Jariette). Au voisinage des gisements sableux, le socle lui-même peut être recouvert de sables « soufflés » (les Taraudières, Bel Enton, Saint-Urbain).

La presqu'île de Beauvoir est presque entièrement tapissée de sables éolisés de couverture. Le façonnement éolien est intense (grains émoussés-mats et ronds-mats). Les apports venus de l'Atlantique s'ajoutent aux sources locales (présence d'augite, d'olivine, d'épidote, de chloritoïde, de glaucophane).

**C. Colluvions avec sables éolisés remaniés (Würm à Actuel).** Dans cette région basse, de faible relief, mais où abondent les formations meubles, les colluvions sont très répandues.

Sur la bordure du massif ancien, autour des éperons rocheux du Chiron-Reculeau, de Bois-de-Céné, de Beauvoir et de Saint-Urbain, le contact avec le marais se fait par l'intermédiaire d'épaisses colluvions sablo-graveleuses, mélangées de limon. Elles sont recouvertes par le bri, au-dessous de l'altitude de 2 m NGF environ. Les coulées de solifluxion périglaciaires et les colluvions ont entraîné sur la pente les fragments de quartz filonien des micaschistes, ainsi que les sables et les galets du Pliocène.

Sur la bordure nord de la presqu'île de Beauvoir, à la Petite-Ruelle, ces dépôts limono-graveleux ont plus de 3 m d'épaisseur, et plus de 2 m au Bois-Libaud. Les sables et les galets remaniés sont généralement très éolisés (le Clouzy, les Presnes, la Vrignaie, la Rivière). A l'Est de Saint-Urbain, cette formation graveleuse a été exploitée à la Bourie où elle s'enfonce sous le bri du marais. Épaisse de plus de 3 m, elle contient des sables très éolisés et des galets de quartz de 1 à 20 cm de longueur.

Sur les versants des vallées incisées dans le socle et sur les plateaux on observe une couche plus ou moins épaisse de dépôts de remaniement, par exemple au Chagnon, à 3 km au Nord de Challans et sur le versant ouest du ruisseau de Pont-Habert. Sur la butte de Beauvoir, le vallon du Clot est colmaté par des colluvions sableuses. Sur le plateau de Châteauneuf, subsistent de nombreuses nappes de cailloutis sableux, remaniés du Tertiaire (Biarritzien et Redonien). Ce colmatage s'est répandu dans toutes les dépressions.

**D. Sables dunaires récents et actuels.** Un cordon dunaire large de 1 à 2 km forme la façade maritime du Marais, depuis Fromentine jusqu'à Saint-Jean-de-Monts et au delà vers Sion. Les dunes sont ancrées sur des hauts-fonds de calcaire éocène (Fromentine, Pont-d'Yeu) et sur des cordons littoraux faits d'un matériel parfois plus grossier. Elles sont plus élevées sur le revers, à l'Est, qu'à l'Ouest (20 m à la Parée-Garnier, 28 m au Moulin-Cassé).

La régularisation de la côte, entre le détroit de Fromentine et Sion, s'est effectuée en plusieurs épisodes, ainsi qu'en témoignent, sur la feuille Saint-Gilles-Croix-de-Vie, les cordons internes des Mattes et la dune d'Orouët.

Les sables sont en grande partie remaniés à partir des formations crétacées, éocènes et pliocènes de la région, dans lesquelles domine la staurotide. Mais l'apport des sables de Loire est considérable : l'olivine, l'augite et l'hypersthène, à eux seuls, totalisent 43 %, dans un échantillon prélevé à Fromentine, au Sud du Gois.

**Fz. Alluvions fluviatiles récentes : limons, sables et cailloutis pliocènes et crétacés, remaniés.** Sur cette marge littorale au relief très faible et qui plonge doucement vers l'Océan, le réseau hydrographique est peu encaissé. Relativement dense sur les micaschistes, il est peu développé sur les sables crétacés et sur les calcaires lutétiens, au Sud-Ouest de Challans où existent même quelques secteurs endoréiques, par suite de la grande perméabilité du sol. Le lit

majeur, à fond plat, est toujours d'une largeur disproportionnée à celle du lit mineur, qui ne dépasse pas quelques mètres. Il n'est inondé que quelques jours en hiver. La plupart des cours d'eau sont à sec en plein été.

• **Dans les vallées creusées** dans le socle, les dépôts accumulés sous la plaine alluviale comprennent deux séries :

— à la base, se trouvent des graviers sableux, à lits de galets de quartz ou de pegmatite des porphyroïdes. Au cours de la glaciation wurmienne, pendant les périodes humides, des dépôts de solifluxion et des colluvions glissèrent le long des versants et s'accumulèrent dans les fonds de vallées, sur 1 à 3 m d'épaisseur ;

— au sommet, se trouve un complexe de sédiments plus fins : argiles sableuses et limons éoliens remaniés au Post-Glaciaire ; ils résultent d'écoulements réduits, en milieu tempéré. L'érosion des limons de plateaux se poursuit activement aujourd'hui, par suite de la mise en culture presque totale des terres.

• **Les vallées incisées** dans les remblaiements sableux et graveleux crétacés ou pliocènes sont encombrées de matériaux remaniés, parfois épais de plusieurs mètres (ruisseaux de la Bloire, de l'Ogerie, des Grolles). Mais la distinction est aisée entre les sables secondaires ou tertiaires, en place, et les sables quaternaires, car ces derniers comportent toujours un stock important de grains de sable éolisés ronds-mats, qui les caractérise. Dans l'angle nord-est de la feuille, la vallée du ruisseau de l'Angle est comblée par des sables et des graviers roulés, remaniés du Pliocène, épais de plus de 1 mètre. Ce type de vallée se caractérise par sa grande largeur, sa faible profondeur et la présence d'un fond très plat. Dans le bassin de Challans, sur les assises crétacées et miocènes, les vallées conservent des restes d'une couverture meuble, amenée par solifluxion et ruissellement. Dans la vallée du ruisseau de Saint-Hubert, les argiles noires cénomaniennes sont recouvertes par 2 m de dépôts sablo-argileux, de couleur gris-jaune, remaniant de petits galets. Le sable est entièrement rond-mat. Le vallon qui borde au Sud la ville de Challans est colmaté, en surface, par 1 à 2 m de dépôts sableux (mairie de Challans, moulin du Calvaire, le Bois-Soleil, Bois-Fossé). Le vallon situé entre Challans et les Jariettes est colmaté aussi, au-dessus des argiles noires, par 2 m de sable rond-mat et de sable crétacé à *pierres cornues*. Il en est de même à la Mothe-Foucrant et aux Couts.

**Mz. Flandrien. Alluvions marines : vases (bri).** — **T. Tourbe** (en sondage). — **Mottureaux fréquents.** (rédigé d'après les travaux de F. Verger 1968, J. Mounès 1974 et D. Gouveau 1971). Sur la carte figurent : le marais de Bourgneuf ou Marais breton, au Nord, au pied de l'escarpement de ligne de faille du Pays de Retz (de la pointe Saint-Gildas à Bourgneuf et Machecoul) et le marais de Monts, au Sud, au pied de l'escarpement de ligne de faille du bloc de Beauvoir, basculé vers le Nord.

A la périphérie du continent, le socle du marais est constitué par une frange étroite de micaschistes : ceux de Bois-de-Céné, ceux de Saint-Gilles et, sous le pont de Fromentine, par des micaschistes à deux micas inconnus sur le continent. A l'intérieur des marais, le bri repose surtout sur les calcaires éocènes et, localement, sur les argiles cénomaniennes (Pont-Bâti).

Le marais de Bourgneuf s'ouvre directement sur la mer, au fond de la baie de Bourgneuf. Du Collet à la Barre-de-Monts, une digue a été construite sur plus de 20 km, parfois rompue, souvent refaite. Les *prises* du marais, ou polders, ont été surtout actives aux 18<sup>e</sup> et 19<sup>e</sup> siècles ; la prise de la Crosnière remonte à

1767. Parmi les tempêtes catastrophiques, on peut citer celle du 16 novembre 1940, qui noya la Grande Prise, non récupérée depuis.

Le marais de Monts est complètement isolé de la mer par le cordon littoral de la côte de Monts à Fromentine et drainé essentiellement par la baie de Bourgneuf. La régularisation par le cordon dunaire a complètement fermé la façade maritime de ce marais, depuis moins de trois siècles. Le cordon est ancré sur le platier de calcaire éocène du Pont-d'Yeu. Dans le marais de Monts, le colmatage s'est effectué de façon naturelle jusqu'au 11<sup>e</sup> siècle, date de fondation des établissements religieux du pourtour du marais (prieurés de Sallertaine et de Pont-Habert).

Le marais est occupé par le *bri* (ou terre de marais), composé de deux formations : une couche superficielle de vase gris-noir, riche en matière organique, est superposée à une vase verdâtre, grasse au toucher, reposant sur le socle cristallin ou sur le calcaire lutétien par l'intermédiaire d'une mince couche sableuse (sauf dans les anciens chenaux où elle est plus épaisse). Les vases comprennent des intercalations centimétriques d'argile ou des lits sableux : ces litages alternés témoignent d'une sédimentation irrégulière et saccadée, formée sur des *slikkes* et des *schorres* successifs, peu avant la fin de la remontée flamandienne. La fraction sableuse du *bri* bleu-vert est peu importante (de 0,3 à 5 %, dans la fraction supérieure à 40 microns). La proportion d'argile dépasse le plus souvent 50 % du poids total du sédiment. Cette phase fine comprend essentiellement de l'illite, de la kaolinite et, dans les environs du Perrier et de Sallertaine, de la montmorillonite, par remaniement des argiles cénomaniennes du fond du marais (Sallertaine et Challans). Ces argiles contiennent une proportion élevée de Mg et de Na, ce qui leur confère une structure prismatique ; quand le sol n'est pas labouré, les alternances d'humidité et de sécheresse engendrent la formation de micro-reliefs ou *mottureaux* (Bouin, Saint-Urbain, Bois-de-Céné, le Perrier). Ils ne se forment pas dans les polders récents, où n'apparaît qu'une structure polyédrique. Le pourcentage de  $\text{CaCO}_3$  est variable et compris entre 0,1 et 8 %. Le dégagement d' $\text{H}_2\text{S}$  est fréquent.

Les fossiles sont rares et concentrés dans des bancs, vers les cotes — 1,50, — 2,75 et — 4 m NGF dans le marais de Bourgneuf : *Cardium edule* Linné, *Scrobicularia plana* da Costa, et rares *Nassa*.

Drainée 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. Dans le marais de Machecoul, la surface du *bri* se trouve entre + 1,50 et + 1,90, avec des points bas à + 0,20 et + 0,50 m. Sans les digues et les écluses, le marais serait submergé d'au moins 1 m par la mer, en vives eaux, jusqu'au pied de l'ancienne *rive* (à + 3 m NGF).

L'épaisseur moyenne du *bri* est de 5 à 7 m ; dans les vallées submergées les plus importantes, elle atteint une vingtaine de mètres ; au pont sur le Falleron (pont du Fresne) (feuille Machecoul), des sondages ont traversé des vases (de 0 à — 11 m NGF) et des sables vaseux (de — 11 à — 17 m).

Le dépôt de la partie supérieure du *bri* peut être localement daté. Les menhirs implantés dans le marais au cours du 3<sup>e</sup> millénaire avant J.-C. impliquent un niveau marin inférieur de 5 m au moins au niveau actuel de la mer. Une nouvelle transgression déposa une couche de *bri* supplémentaire vers 2 500 BP, jusqu'à l'altitude de + 2,50 m NGF (cf. J. Mounès, notice de la feuille Machecoul).

*Action de l'Homme dans le colmatage du marais.* Actuellement, le marais de Bourgneuf comporte :

- une zone externe de polders,

- une zone médiane de marais salants abandonnés,
- une zone interne de prés bas, à formes géométriques, dues aux assèchements médiévaux.

« Aux environs de l'an 1000, le colmatage de l'ancien golfe, sur l'emplacement du Marais breton, était déjà marqué par de vastes schorres, établis sur une épaisseur de vase de 5 m en moyenne. Du XI<sup>e</sup> au XIV<sup>e</sup> siècles, furent construites les premières digues ou chaussées et les terres situées en arrière furent drainées. La zone des salines fut aménagée du XII<sup>e</sup> au XIV<sup>e</sup> siècle. Les dessèchements se firent à partir du début du XVIII<sup>e</sup> siècle ». (J. Mounès, 1974).

En bordure du marais, les schorres actuels sont peu étendus et sont situés au débouché des étiers du marais. Ils sont recouverts par *Puccinellia maritima* et *Obione portulacoides*.

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 de 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.

La chaussée du Gois (\*) ou *Pé* est un faîte résultant de l'accumulation des sédiments, à la rencontre des deux courants de flots opposés qui contournent l'île de 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 9<sup>e</sup> siècle au moins. Une chaussée, jalonnée par des balises, y a été installée au 19<sup>e</sup> 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. 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 %.

Dans l'île de Noirmoutier, la zone la plus menacée est située entre Luzeronde et l'Épine, là où la dune est la plus étroite : la côte est protégée par des *perrés*, le long de la dune et par des épis transversaux destinés à retenir le sable (pointe du Devin).

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 E1 (90 m à l'Est de la culée A du pont, côté Fromentine) ; entre — 3,29 et — 4,04 m dans le sondage G1 (300 m à l'Est de la même culée) (cf. fig. 8). Elles appartiennent vraisemblablement au Subboréal. A l'Est de Fromentine (la Pointe), un sondage effectué en 1958 par F. Verger (1-12) a révélé l'existence d'une couche de tourbe à *Carex* située entre — 7,05 et — 7,15 m NGF. Elle s'est vraisemblablement formée à un niveau proche de celui des plus hautes mers de l'époque, en arrière d'un cordon littoral établi pendant la trans-

(\*) Le nom de *Gois* ou *Gôa* est d'origine celtique et correspond à une forme *Coz is*, le vieux gué. La prononciation française Gois = Gôa résulte de la déceltisation de la contrée.

gression flandrienne et bientôt submergé par celle-ci. Le spectre pollinique suggère qu'elle s'est déposée vers le début de l'Atlantique (F. Verger et F. Florschütz, 1960). Elle est datée de  $7\ 630 \pm 100$  ans (Gro 2043). Au-dessus de la tourbe reposent des alluvions marines renfermant des restes de Gastéropodes et de Lamellibranches, ainsi que des Foraminifères dont l'abondance culmine vers  $- 5,50$ , puis s'annule vers  $- 4,20$  m, lors d'une descente rapide du niveau de la mer. Le point culminant de cette transgression, qui remonte à  $7\ 500$  ans environ, a été nommé Haut niveau de Fromentine (M. Ters, 1973) et la régression immédiatement consécutive : Bas niveau de Saint-Marc. L'apparition de pollens de céréales à  $- 4,50$  m et celle de *Plantago lanceolata* à  $- 4,40$  m sont vraisemblablement en rapport avec la mise en culture des terres.

**X. Remblais.** A l'entrée du polder du Dain, des remblais ont été nécessaires pour l'aménagement du port du Bec et de ses établissements ostréicoles.

**XC. Dépôt de coquilles d'Huîtres de Beauvoir.** Au Nord-Ouest de Beauvoir, la route de l'Epoids a été installée sur un dépôt de coquilles d'Huîtres (*Ostrea edulis*), qui s'étend sur  $1\ 600$  m vers le Nord-Ouest, entre Beauvoir et l'extrémité ouest du village du Port, et atteint  $1$  à  $2$  m d'épaisseur. Il repose sur le bri du marais à l'altitude de  $2$  m NGF et surplombe celui-ci de  $1$  à  $2$  mètres. De forme étroite et allongée, ce dépôt a vraisemblablement été constitué le long d'un étier (la Taillée). Une datation  $14$  C, effectuée sur des échantillons prélevés au n° 54 rue du Port (\*), à Beauvoir, a donné un âge de  $900 \pm 60$  ans BP (Gif 5702). Ce résultat est remarquablement concordant avec la date obtenue pour les Huîtres des buttes coquillères de Saint-Michel-en-l'Herm (Vendée) :  $884 \pm 100$  (Pi 19) qui, par ailleurs, contiennent de nombreuses pièces de monnaies médiévales. On reconnaît, sur les Huîtres de Beauvoir, les mêmes traces d'ouverture au couteau que sur celles de Saint-Michel. Le onzième siècle paraît avoir été une période particulièrement favorable à la commercialisation des Huîtres.

A la Taillée, à l'entrée de la ria de Bourgneuf-en-Retz, sont aussi connus des amas de coquilles d'Huîtres (*Ostrea edulis*), associé à des *Cardium*. Ils reposent sur le bri flandrien.

#### SÉDIMENTS SOUS-MARINS ET ESTRANS (\*\*)

La zone de la baie de Bourgneuf couverte par la feuille Challans est très plate et presque totalement émergée à basse mer, ce qui a permis un développement intense de l'ostréiculture. Seuls trois chenaux restent en eau :

- le chenal d'Anjoubert,
- l'extrémité sud du chenal du Fain,
- et la partie centrale du goulet de Fromentine.

La répartition des sédiments suit grossièrement cette morphologie peu accidentée.

(\*) Récoltés par L. Soret.

(\*\*) Par D. Gouleau.

**C1-S2-3. Sédiments constitué de 20 à 60 % de graves.** La zone de graves, située à cheval sur le chenal d'Anjoubert et le chenal du Fain, est associée à des sables grossiers. Les graves sont constitués principalement de coquilles de Mollusques morts, et parfois presque uniquement de débris de maërl mort sur la bordure occidentale du chenal du Fain, où les conditions hydrodynamiques ont permis la constitution d'une dune hydraulique d'un kilomètre de longueur d'axe Nord-Sud.

**S4. Sédiments à prédominance de sables grossiers.** Ce type de sédiment est peu représenté sur la carte Challans. On trouve une petite zone de sables grossiers associés à des sables fins, dans la proportion de 15 à 30 %, au Sud du chenal d'Anjoubert, dans une zone ostréicole.

**S5. Sables fins et très fins.** Ils constituent la majorité de la couverture sédimentaire de la feuille Challans. On les trouve de part et d'autre du passage du Gois et dans le goulet de Fromentine. Ils sont associés soit aux sables grossiers dans le Nord de la carte, soit à des lutites près des côtes.

**L3. Lutites, 50 à 75 % du sédiment.** Les lutites couvrent une large zone le long des digues orientales de la baie depuis la Bernerie au Nord (feuille Mache-coul) jusqu'au Gois au Sud. Ce sont des vasières émergentes, très plates, avec parfois plus de 90 % de particules inférieures à 44  $\mu\text{m}$ . Au Sud du passage du Gois, on ne rencontre des lutites que très localement : dans les anses abritées du continent (débouché du grand étier de Sallertaine) ou le long de l'île de Noirmoutier, où elles constituent une frange de sédiments très fins plaquée le long des digues, en amont des grands bancs de sables fins et très fins.

La fraction carbonatée de la partie sableuse des sédiments est une fonction inverse de la taille des grains :

- sables grossiers : 8 à 13 % de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ ,
- sables moyens : 15 à 20 % de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ ,
- sables fins et très fins : 20 à 25 % de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ ,

résultant de la pulvérisation des coquilles de Mollusques. La fraction fine, inférieure à 44  $\mu\text{m}$ , est moins calcaire : de 8 à 12 % seulement.

La mise en place de ces sédiments est récente. Quelques siècles avant le début de notre ère, l'île de Noirmoutier s'est allongée vers le Sud par l'édification d'une flèche littorale et de dunes. La baie de Bourgneuf s'est pratiquement fermée en changeant radicalement les conditions hydrodynamiques. Il en est résulté la construction d'un isthme à la jonction des courants nord et sud, isthme que l'Homme a préservé et a haussé artificiellement ; c'est le passage du Gois. Actuellement, la sédimentation sableuse est très faible, il ne se produit que des remaniements temporaires lors des tempêtes. Par contre, dans la partie orientale de la baie et dans les anses abritées de la côte de l'île de Noirmoutier, les vasières continuent à s'accroître par les apports en suspension d'éléments très fins en provenance de l'estuaire de la Loire ou des vasières du Nord-Est de la baie de Bourgneuf, avec un taux d'élévation de 1 cm par an, en moyenne.

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

## REMARQUES STRATIGRAPHIQUES ET STRUCTURALES

### ORIGINE VOLCANO-SÉDIMENTAIRE DE LA SÉRIE DE BOIS-DE-CÉNÉ

Cette série est caractérisée par sa disposition stratoïde, ses faciès de métabasites, peu épais (métriques), et de micaschistes à amphibole (anciens tufs ?), maintes fois répétés. Elle comporte :

— *des faciès typiquement sédimentaires* : micaschistes à muscovite dérivant d'argilites plus ou moins siliceuses, litées et peu ferrifères ; des micaschistes, des quartzites graphiteux et des quartzites micacés ; des calcaires dolomitiques ; des micaschistes à chloritoïde, dérivant de sédiments fortement alumineux, riches en Al et en fer, pauvres en Mg, Ca et K. Ces faciès silico-alumineux forment environ 80 % de la masse ;

— *des micaschistes et des gneiss, souvent bourrés d'albite*, situés surtout au mur et au toit des lentilles d'amphibolites. D'après leur composition chimique (n° 3912, les Ormeaux), ils sont riches en silice (71,55 %) et en  $Al_2O_3$  (13,30 %), avec 2,30 % de  $Na_2O$  ; cette composition se rapproche de celle d'une roche éruptive acide. Ils pourraient représenter des tufs sodiques associés aux coulées basaltiques qui sont à l'origine des boudins d'amphibolite. Ils forment environ 15 % de la masse ;

— *des intercalations lenticulaires de métabasites* (amphibolites et prasinites), de composition basaltique (anal. n° 3931) (5 % de la masse). Ces lentilles sont toujours parfaitement concordantes avec la stratification, marquée par les bancs de quartzite, de schistes graphiteux, de calcaire dolomitique ; elles pourraient représenter des sills ; mais entre les bancs d'amphibolite sont intercalés des micaschistes à épidote, rutile, grenat et actinote et des bancs leptynitiques. Cette association correspond bien plutôt à un ensemble de coulées et de tufs, acides et basiques (cf. coupes fig. 3). Leur encadrement régulier par des micaschistes albitiques empêche de considérer les boudins de métabasites comme des écailles isolément intrusives au sein d'un complexe sédimentaire, mais plutôt comme des coulées interstratifiées. L'association de sédiments terrigènes, de calcaires dolomitiques, de laves basaltiques de la série tholéiitique et de tufs basiques, disposés de façon rythmique, permet d'évoquer un mode de dépôt dans un bassin marginal peu profond, voisin du littoral ;

— *des écailles de serpentine* sont intrusives au sein du complexe de Bois-de-Céné, probablement à la fin de la phase de métamorphisme M 2.

### ALLOCHTONIE DE LA SÉRIE DE BOIS-DE-CÉNÉ ET MISE EN PLACE DE L'ÉCAILLE

**Identité de ses caractères structuraux avec les formations qui l'encadrent.** Enveloppée par les micaschistes de Saint-Gilles  $\xi_m^2$ , eux-mêmes entourés par les porphytoïdes  $\xi_q^3$  (fig. 1 et 2), la série de Bois-de-Céné comporte les mêmes caractéristiques structurales que les deux formations qui l'entourent :

— foliations partout très développées, avec parallélisme de leurs directions : accordance parfaite, au contact, avec les micaschistes de Saint-Gilles de direction E-W sur les flancs nord et sud de la lentille, et même mouvement tournant, fermé à l'Est, dans la charnière du grand pli en S (P 5), à l'Ouest de Saint-Étienne-de-Mer-Morte ;

- même linéation d'éirement très forte et boudinage intense des niveaux compétents et des lits micacés (structure en lentilles surmicacées) ;
- mêmes phases de plis P 2, P 3, P 4, P 5, dans les trois ensembles lithologiques.

**Diversité des matériels.** Les trois formations au contact ont des caractères lithologiques tout différents : les micaschistes de Bois-de-Céné ont une origine partiellement terrigène, mais ils comportent des intercalations de metabasites à affinités tholéitiques, en coulées et en tufs. Les micaschistes de Saint-Gilles comprennent des métagrauwackes albitiques à grain très fin et des argilites. Les porphyroïdes sont un complexe volcano-sédimentaire comprenant essentiellement des coulées rhyolitiques hyperpotassiques et des arkoses.

**Diversité des faciès métamorphiques** (tableau III). L'ensemble de Bois-de-Céné est en déséquilibre thermodynamique avec son encaissant (micaschistes de Saint-Gilles et porphyroïdes). Ce dernier comporte un métamorphisme atypique (à muscovite et chlorite, sans grenat). Par contre, les micaschistes de Bois-de-Céné renferment :

- des reliques possibles d'une phase de métamorphisme éclogitique M 1 (HP/HT) (grenats zonés à inclusions de rutile) ;
- des reliques d'un métamorphisme à glaucophane M 2 (HP/BT) ;
- des reliques dans le faciès « amphibolite à hornblende » (P interm.) ;
- des paragenèses dominantes qui sont essentiellement celles des schistes verts (P. interm.).

En contact direct avec des formations très différentes au point de vue de la lithologie et des faciès métamorphiques, la lentille de Bois-de-Céné est manifestement en position anormale vis-à-vis de son contexte. La présence de glaucophane dans les metabasites et les micaschistes, qui implique un passage sous de fortes pressions, permet d'envisager, pour cette série, une histoire métamorphique tout autre que celle des roches encaissantes.

On peut admettre que les phases de haute pression aient accompagné un phénomène de subduction. Au cours d'une collision continent-continent, faisant suite à la subduction, se seraient produits des écaillages profonds, injectant dans des milieux différents des terrains initialement portés à haute pression.

*La mise en place de l'écaille de Bois-de-Céné, injectée « en bloc », est antérieure à la phase P 2 de plis couchés synchrones du métamorphisme régional barrovien qui affecte l'ensemble des trois séries lithologiques. Elle a dû s'effectuer à la fin de la phase de métamorphisme M<sub>2</sub>.*

Les racines de l'écaille sont peut-être à rechercher dans la partie méridionale du Massif armoricain ; en effet, il y existe bien d'autres lambeaux dispersés d'un matériel comparable à celui de la série de Bois-de-Céné :

- metabasites, serpentinites et micaschistes albitiques de la baie d'Audierne ;
- metabasites à glaucophane et micaschistes albitiques de l'île de Groix ;
- metabasites, serpentinites et micaschistes albitiques de la Ville-au-Vay (en Bouguenais). La masse principale de cet ensemble de faciès se trouve actuellement dans le complexe de Champtoceaux (micaschistes du Havre, feuille Ancenis à 1/50 000), où l'on observe des metabasites, des serpentinites, des micaschistes albitiques, des micaschistes à chloritoïde, des quartzites graphiteux, comme dans le complexe de Bois-de-Céné.

Dans le Sud du Massif armoricain, les lambeaux de schistes bleus sont plus rares et plus discontinus que les faciès éclogitiques : ils pourraient être interprétés comme des écailles dispersées, provenant d'un niveau structural moins profond que celui où se sont formées les éclogités ; celles-ci pourraient jaloner des paléosutures de plus grande extension.

#### ÉPISODES DU MÉTAMORPHISME DANS LA SÉRIE DE BOIS-DE-CÉNÉ (tableau III)

Cette série a subi des recristallisations successives, selon une suite de faciès dépendant des conditions de température et de pression, au cours de l'orogénèse.

**Métamorphisme de HP/HT (M 1).** Au Nord de Bois-de-Céné, en Loire-Atlantique, il est représenté dans les faciès éclogitiques de Saint-Philbert-de-Grand-Lieu et dans quelques reliques « granulitiques » du complexe de Champ-toceaux et à Saint-Nazaire. Dans l'écaille de Bois-de-Céné, malgré le faciès « éclogitique » de certaines des amphibolites (\*), il n'est pas possible de savoir si ces roches ont passé par ce stade, comme les métabasites de Saint-Philbert. On peut seulement observer que les grenats zonés des micaschistes et amphibolites de Bois-de-Céné comportent de grandes similitudes avec ceux de Saint-Philbert : présence d'inclusions de rutile, surcroissances à la périphérie des grains. Étudiés à la microsonde électronique (analyses microsonde B.R.G.M.), ils relèvent une croissance du rapport Mg/Fe, du cœur vers la périphérie des cristaux (de 5,75 à 8 %, dans les amphibolites du Chiron-Reculeau ; de 3,28 à 5,77 % dans les micaschistes à glaucophane de la Poinière). Cette particularité a été signalée par G. Godard (1981) dans les grenats des éclogités de Loire-Atlantique (faciès le Chiron).

**Métamorphisme de HP/BT (M 2).** Quelques-uns des bancs d'amphibolite de la série de Bois-de-Céné renferment de la glaucophane en abondance (jusqu'à 100 % de la masse, à la Platrelle) ; mais, dans la plupart des cas, ce minéral est en voie de transformation en une amphibole bleu-vert à verte ; la rétro-morphose pouvant être totale, la glaucophane se présente comme une relique vis-à-vis de la paragenèse actuelle (schistes verts), la plus courante. *La cristallisation de la glaucophane est postérieure à celle des grenats à rutile et à surcroissances* : elle se moule sur eux et cristallise dans les ombres de pression formées autour d'eux, ce qui démontre bien leur antériorité.

Au voisinage des niveaux basiques, de la glaucophane s'est formée dans les micaschistes à muscovite (ou à paragonite) ; elle y est dispersée en prismes de quelques millimètres de longueur, couchés dans le plan de foliation S 1. Le graphite est parfois abondant.

Le stade de subduction s'est terminé par des écaillages profonds, au cours desquels le complexe de Bois-de-Céné a été injecté sur les micaschistes de Saint-Gilles.

(\*) Ch. Barrois (1894) avait déjà proposé l'expression d'« éclogités à glaucophane » pour un faciès à reliques de pyroxène observé à l'île de Groix. Des éclogités rétro-morphosées à glaucophane sont connues dans le complexe de Champ-toceaux [la Bréhardière, à l'Est de Nantes (G. Godard et al., 1981)].

**Métamorphisme barrovien (M 3).** Dans l'hypothèse envisagée, le rapprochement et la collision des deux continents provoquèrent la fermeture du bassin océanique et entraînèrent des phénomènes géodynamiques profonds de plissement, de métamorphisme et d'écaillages. Par son intrusion sur les micaschistes de Saint-Gilles, l'écaille de Bois-de-Céné fut intégrée au vaste domaine affecté par le métamorphisme régional de type barrovien (P intermédiaire, haute température) (Sud de la Bretagne, anticlinal des Sables-d'Olonne, une partie du Limousin, etc.). Dans un premier stade, les roches du faciès schistes bleus passèrent progressivement au faciès des amphibolites à épidote et dans un deuxième stade dans le faciès schistes verts.

• **1<sup>er</sup> stade.** Dans les amphibolites, il est représenté par la paragenèse suivante : outre le grenat et le rutile primaires, et les reliques de glaucophane, on trouve hornblende bleu-vert, biotite, clinzoïsite ou épidote, sphène, ilménite, petits grenats automorphes limpides, quartz, plagioclase. La clinzoïsite cristallise dans les ombres de pression, à la périphérie des pœciloblastes de grenat. La glaucophane est déstabilisée à la surface des cristaux et à l'extrémité des prismes, et remplacée par de la hornblende.

Dans les tufs basiques, outre les minéraux primaires, on observe : hornblende verte, biotite, épidote ou clinzoïsite, sphène, ilménite, petits grenats automorphes limpides, quartz.

Dans les micaschistes, outre les gros grenats et le rutile, on trouve : quartz, muscovite (ou paragonite), petits grenats limpides, chloritoïde (à inclusions de petits grenats), épidote, sphène, ilménite ; la muscovite est moins abondante que la biotite. La formation des petits grenats limpides a précédé celle du chloritoïde, mais toutes deux sont contemporaines de plis couchés isoclinaux (à schistosité de plan axial) des phases P 2 et P 3.

• **2<sup>e</sup> stade.** La rétomorphose hydratée se poursuit, avec baisse de la température et fait passer le complexe de Bois-de-Céné dans le faciès schistes verts. La déstabilisation des minéraux-reliques s'accroît ; le grenat primaire est localement chloritisé ; la glaucophane et la hornblende sont en partie remplacées par de l'actinote aciculaire. La biotite est quasi totalement chloritisée, mais les auréoles de radioactivité qu'elle renfermait sont conservées ; toutefois, la chlorite garde la même orientation que la biotite qu'elle remplace, dans le plan de foliation. Il se forme de nombreux pœciloblastes d'albite, orientés, *qui renferment en inclusions tous les autres minéraux.*

• **3<sup>e</sup> stade.** Dans un stade ultime, alors que pression et température avaient beaucoup diminué, de la chlorite et de la muscovite non orientées se forment dans les micaschistes, ainsi que de l'albite, en pœciloblastes qui englobent tous les minéraux antérieurs.

En Vendée, le métamorphisme barrovien est compris entre le début du Dévonien et le Givétien (M. Ters, 1977). Il affecte les formations paléozoïques de Brétignolles (Silurien et Dévonien inférieur), mais il est antérieur au Givétien.

Dans les micaschistes de Saint-Gilles, une muscovite a donné un âge K-Ar de 397 MA (anal. R. Bellon). Le stade terminal, avec anatexie, est daté de ± 370 M.A. en Bretagne méridionale et en Vendée (Vidal, 1977).

Le métamorphisme M 3 et la structuration intense qui l'accompagne, caractérisent l'orogénèse éo-dévonienne en Vendée et en Bretagne méridionale (stade « acadien » de l'orogénèse varisque). On observe les mêmes phases de défor-

TABLEAU III

TABLEAU SYNTHÉTIQUE DES GRANDS ÉVÉNEMENTS GÉODYNAMIQUES QUI ONT AFFECTÉ LA PARTIE OCCIDENTALE DU SOCLE VENDÉEN

## Séries de Vendée occidentale : les Sables-d'Olonne, Bois-de-Céné, Port-Saint-Père, Paimbœuf, Chantonay

Périodes	Faciès sédimentaires	Magmatisme	Métamorphisme	Phases de déformation	Grands événements géodynamiques
Permien		Veines de pegmatite massive dans les porphyroïdes (260 M.A.), dir. N-S (Brétignolles).		<p>— Phase de détente : cisaillement subméri dien de toutes les formations (sans rejet). Failles subverticales.</p> <p>— Phases de cisaillement :</p> <p>3. Cisaillement NW-SE. Rejeu post-stéphanien des grands coulissages et compression (Saint-Mars-de-Coutais—Malabrit).</p>	<p>— (phase saalienne) (Chantonay)</p>
Stéphanien	<p><i>Terrains houillers</i> (90 % de poudingues, brèches et grès)</p> <p>Saint-Laurs (en Vouvant), Poudingues de la Verrerie, à intercalations de houille et de grès (300 m) ; Puy de Serre (1 000 m).</p>			<p><i>Déformations associées aux grands cisaillements :</i></p> <p><i>Méga-pli en S, P 5, de Saint-Michel-Chef-Chef à la Garnache</i>, entraînant à la fois les micaschistes de Bois-de-Céné, ceux de Saint-Gilles et les porphyroïdes.</p> <p>Structure arquée de la série de Bois-de-Céné dans la charnière du pli P 5, à l'Est. Cassure médiane E-W et renversement des pendages au cœur de la synforme.</p> <p><i>Méga-pli de Champtoceaux, P 5</i>, en crochet.</p>	<p><b>TECTONIQUE HERCYNIENNE</b></p>
supérieur				<p>— <i>Plis P 4</i> : ouverts, droits ou légèrement déversés, d'axe N 150° E, avec schistosité de fracture dans les charnières (Saint-Gilles, Brétignolles, Bois-de-Céné, etc.).</p> <p>2. <i>Cisaillement N.NW—S.SE</i>. Failles à décrochement dextre (Sauveterre, les Sables-d'Olonne, le Caillola) (1 à 3 km). Plis en échelons (Brétignolles, etc.).</p> <p>1. <i>Grands cisaillements dextres pluri-kilométriques</i>.</p> <p>Au Namurien, avec rejeux au Westphalien et au Stéphanien : (<i>conglomérats associés</i>).</p> <p>— Parallèles à la zone broyée sud-armoricaine.</p> <p>— Déformation de la direction éo-dévonienne (E-W) en direction sud-armoricaine (NW—SE).</p>	<p>— (phase asturienne) (Faymoreau, Chantonay)</p>
Carbonifère					<p><b>DE CISAILLEMENT DEXTRE</b></p>
					<p>— (phase de l'Erzgebirge) (Chantonay)</p>
					<p><b>(CONTEMPORAINE DE LA SÉDIMENTATION)</b></p>
				<p><i>Zones broyées satellites :</i></p> <p>= branche Saint-Mars-de-Coutais—Malabrit—Chantonay—la Villedé-d'Ardin</p>	
Westphalien	Chantonay : poudingues, schistes, houille (500 m)				
Namurien	Saint-Laurs : poudingues et grès avec 7 intercalations de houille (500 m)				

TABLEAU III (suite)

Périodes	Faciès sédimentaires	Magmatisme	Métamorphisme	Phases de déformation	Grands événements géodynamiques
Namurien				= branche la Roussellerie— Saint-Père-en-Retz = branche Arthon—Port- Faissant—Saint-Jean-de- Corcoué—Saint-Pompain (décrochement dextre de 25 km)	— (phase sudète) (Saint- Laurs, en Vouvant)
Carbonifère inférieur		— Microgranites de St-Martin-de-Brem et de Vairé (E-W). — Microgranite de la Mouzinière (égrené en NW—SE). — Granites post- métamorphiques à deux micas, orientés NW-SE (la Roche- sur-Yon : 320- 340 M.A.).			
Dévonien supérieur					
Dévonien moyen (Givétien, Couvi- nien)	Calcaires et marnes de la Villedé d'Ardin (non métamorphi- ques, ± 365 M.A.)				
					Soulèvement et émergence de la chaîne.

Dévonien inférieur				— Chevauchement des micaschistes de Saint-Gilles sur les porphyroïdes. — Chevauchement des porphyroïdes sur le Silurien de Brétignolles (au Sud) et de Legé (à l'Est). — Écaillages de la série siluro-dévonienne de Bréti- gnolles et de la série méta- morphique des Sables- d'Olonne.	OROGENÈSE
				Phase M 3 Métamorphisme régional de type barrovien (pression intermédiaire). Affecte l'ensemble des terrains méta- morphiques de Vendée. Accordance parfaite des foliations de la série de Bois- de-Céné et de celles des ter- rains encaissants. 3 <sup>e</sup> stade : rétromorphose hydratée avec forte baisse de température et chute de la pression. Recristallisation de minéraux non orientés (chlo- rite, muscovite).	EO-DÉVONNIENNE (ACADIENNE)
				Granite d'anatexie (les Sables-d'Olonne) (375 M.A.).	Anatexie locale, dans les gneiss et les granites des Sables-d'Olonne (375 M.A.)

TABLEAU III (suite)					
Périodes	Faciès sédimentaires	Magmatisme	Métamorphisme	Phases de déformation	Grands événements géodynamiques
Dévonien inférieur			<p>et de Saint-Brévin—Saint-Nazaire.</p> <p>2<sup>e</sup> stade : rétomorphose hydratée dans le faciès schistes verts (397 M.A.). (hornblende → actinote)</p> <p>1<sup>er</sup> stade : rétomorphose hydratée dans le faciès amphibolite : glaucophane → hornblende. Micaschistes à chloritoïde et petits grenats (Bois-de-Céné). — Groix : faciès à amphibole bleu-vert. — Orthogneissification des granites éohercyniens (Mervent, le Pellerin, les Sables-d'Olonne).</p>	<p><i>rien (Brétignolles) et à Bois-de-Céné.</i></p> <p>Elles se sont produites pendant les deux premiers stades du métamorphisme M 3 :</p> <p>= localement, <i>plis couchés</i> P 3, d'axe N-S, de même plan axial que P 2. Plis non cylindriques (le Caillola, Brétignolles) ;</p> <p>= phase de <i>plis couchés</i> P 2, d'axe E-W ;</p> <p>= linéation d'étirement E-W et fort boudinage <math>x &gt; y &gt; z</math> ;</p> <p>= aplatissement très fort. Cisaillement d'Est en Ouest ;</p> <p>= schistosité de flux S 2 (de plan axial) : <math>S_0 = S_1 = S_2</math> ;</p> <p>= schistosité de flux S<sub>1</sub>. <i>Plis, P 1 couchés</i> (<math>S_0 = S_1</math>).</p>	<p>LA BRETAGNE MÉRIDIONALE, LA VENDÉE,</p> <p>UNE PARTIE DU LIMOUSIN etc.</p> <p>(400-370 M.A.)</p>
Siluro-Dévonien	<p>— Schistes et arkoses du Marais-Girard.</p> <p>— Grès feldspathiques du « synclinal » de Brétignolles.</p>				<p>— <i>Intrusion tectonique des écaillés de péridotite serpentinisée</i> de Bois-de-Céné, Sainte-Pazanne, la Ville-au-Vay, Vertou, de la série du Hâvre, etc.</p> <p>— <i>Sous-charriages et écaillages : intrusion de</i></p>
Ludlowien	<p>— Schistes et quartzites.</p> <p>— Ampélites à Chiti-</p>				

Silurien	Wenlockien	<p>nozoaires, calcaires, arkoses rhyolitiques.</p> <p>— Quartzites à Graptolites (Brétignolles).</p>	<p>— Rhyolites et arkoses de la Chapelle-Hermier et de Mareuil-s/-Lay (et porphyroïdes ? ?).</p>		<p><i>l'écaille de Bois-de-Céné (en bloc) dans les micaschistes de Saint-Gilles</i> (du Nord vers le Sud).</p> <p>— <i>Écaillés du complexe de Champtoceaux</i> (groupe leptyno-amphibolique, série du Hâvre) du Nord vers le Sud (J. Marchand, 1981).</p>
	Llandovérien	<p>— Phtanites à Radio-laires.</p>			<p><i>Événements hypothétiques :</i></p> <p>rapprochement des deux domaines continentaux nord et sud et collision.</p> <p><i>Remontée du matériel subducté.</i></p>
Ordovicien	Ashgillien Caradocien	Schistes.	<p>Orthogneiss de Chauvé-Mervent (granite porphyroïde) (446 ± 12 M.A.).</p>	<p><i>Phase M 2 (HP/BT)</i></p> <p>— <i>Bois-de-Céné : faciès des schistes bleus à glaucophane, grenats zonés à inclusions de rutile, épidote.</i></p> <p>— <i>Groix : faciès à glaucophane, épidote, grenat</i> (500°, 8 kb) (C. Triboulet).</p> <p><i>Groix : faciès éclogitique à amphibole</i> (530°, 8,5 kb).</p> <p><i>La Bréhardière</i> (en la Varenne) : rétomorphose à</p>	<p>Schistosité de flux transposée dans S<sub>1</sub> — S<sub>2</sub> de la phase M 3</p> <p><i>Phase de subduction d'une partie du plancher océanique, des séries</i></p>
	Llandéillien	Schistes ardoisiers à Acritarches.	<p>Granite des Sables-d'Olonne ? ?</p>		
	Llanvirnien	?			

TABLEAU III (suite)

Périodes	Faciès sédimentaires	Magmatisme	Métamorphisme	Phases de déformation	Grands événements géodynamiques
Ordovicien	Arénigien	Orthogneiss de la Ramée (470 M.A.) (granite porphyroïde).	glaucophane dans les éclogites (B. Lasnier, J. Marchand).		volcano-sédimentaires associées, et de portions de croûte continentale.
	Trémadocien		<p><i>Phase M 1 (HP/HT)</i>  <i>Métamorphisme éclogitique</i> (<math>\pm 700^\circ</math>, 16 kb).            — Métabasites de St-Philbert-de-Grand-Lieu et de Port-St-Père (<i>grenats zonés à inclusions de rutile</i>)            Bois-de-Céné : faciès éclogitique ?            (<i>grenats zonés à inclusions de rutile</i>).  <i>Métamorphisme granulitique</i>.            En reliques à Mindin, St-Nazaire, la Picherais.</p>		
Cambrien ?	<p><i>Dépôt de la série des Sables-d'Olonne</i>            — Coulées rhyolitiques d'Olonne.            — Tufs basiques d'Olonne.            — Schistes alumineux.            — Coulées rhyolitiques de Chardrie.</p>	<p>— Métarhyolite d'Olonne.            — Méta t u f s d'Olonne.            — Métarhyolites de Chardrie.</p>			
?	<p>— Schistes graphiteux.            — Calcaires de Sauverre.            — Schistes.            — Schistes et grès (le Noir, Chaillé, les Chevaux).            — Conglomérat (la Courmarin).</p>				
Paléozoïque ?	<p><i>Dépôt de la série de Bois-de-Céné</i>, dans un bassin marginal : volcanisme fissural, tufs sodiques, calcaires, argilites, quartzites graphiteux.  <i>Dépôt de la série du Havre</i> (W d'Ancenis) (id.).</p>	Coulées basaltiques tholéïtiques et tufs.			Présence d'un océan, entre un domaine continental « armoricain », au Nord, et un domaine continental méridional.
Précambrien ?	<p><i>Dépôt de la série de Port-Saint-Père—Bouaye</i> : laves tholéïtiques, tufs sodiques, grauwackes.</p>	Coulées basaltiques tholéïtiques et tufs.			
	<p><i>Dépôt de la série de Mindin—le Greix—Saint-Nazaire</i> : niveaux à cipolin, gneiss à wernerite, écho sédimentaire de la série volcanique de Paimbœuf.</p>	<p>Volcanisme fissural            Laves calco-alcalines (Bouguenais)            Coulées basaltiques.            Coulées rhyolitiques (Paimbœuf).</p>			

mation plastique P 2 et P 3 dans les trois ensembles métamorphiques  $\xi_a^{1-2}$ ,  $\xi_m^2$  et  $\xi_0^3$ . Les plis P 4 et P 5, qui affectent aussi ces terrains, se sont formés lors de phases tardives, car ils ne sont pas accompagnés par des recristallisations.

#### TECTONIQUE MÉSOZOÏQUE ET CÉNOZOÏQUE

• **Les failles antérieures de peu au Cénomanien moyen** sont les répercussions lointaines d'une phase importante de l'ouverture de l'Atlantique. Les reliefs provoqués par ces failles existaient au Cénomanien moyen, lors du dépôt des argiles noires.

— *Failles bordières du couloir tectonique de Saint-Gervais—le Puits-Neuf* (au Nord et au Sud). L'âge antérieur au Cénomanien moyen de cette dépression est attesté par la présence des argiles cénomaniennes du Rodet, à microplancton abondant, sous le Biarritzien, et par celles de la Barberoïre. Occupée au Cénomanien moyen par un marais saumâtre, puis par les mers du Crétacé supérieur, elle fut réoccupée au Biarritzien. Le relief de faille le plus visible est celui qui borde le fossé au Nord, du Pontreau à la Tardoire.

L'un au moins des deux accidents semble avoir rejoué au Tertiaire, celui qui est situé à la lisière sud du *bloc basculé de Beauvoir-Châteauneuf*, dont la surface est inclinée du Sud vers le Nord. Ce mouvement de bascule vers le Nord est aussi observé dans les îles du Sud de l'Armorique (Groix, Belle-Ile, Yeu) ; il n'est pas daté avec exactitude.

— *Faille Saint-Urbain—Challans—Saint-Christophe-du-Ligneron*. Comme le précédent, cet accident est antérieur au Cénomanien moyen, ainsi que l'attestent les gisements d'argile noire qui tapissent, à son pied, la paléovallée du Ligneron ; ces argiles n'existent qu'au *fond du bassin de Challans, au fond de la vallée du Ligneron et au fond des vallons* qui y débouchaient (la Bironnière, la Sortière, la Forêt Quairy). Par contre, au-dessus, les versants rocheux sont directement recouverts par les sables du Crétacé supérieur, déposés au cours de la transgression (la Mérandoire, les Enchères, le Pouillé sur la rive droite, la Fourogerie sur la rive gauche).

La faille (qui n'est pas dans le prolongement de celle de Noirmoutier) est localement décalée vers le Nord, engendrant l'anse de la Jariette, dont le plancher est tapissé d'argile noire tandis que les sables cénomaniens sus-jacents reposent directement sur le socle, à l'Est et à l'Ouest de la dépression.

Le bassin de Challans et la paléovallée du Ligneron sont bien des dépressions antérieures au Cénomanien moyen, correspondant à des secteurs effondrés au Sud de la presqu'île de Beauvoir. Les effondrements reprendront avant et après le Lutétien.

• **Failles post-cénomaniennes non datées.** A la lisière sud de la carte, plusieurs cassures décrochent les assises crétacées (Bel-Air) et se poursuivent au Sud-Est, sur la feuille Saint-Gilles-Croix-de-Vie. L'ampleur du rejet peut atteindre localement une dizaine de mètres. D'autres petits accidents existent au Sud, autour de Commequiers.

• **Accidents post-ilerdiens et anté-biarritzien.** Sur la coupe des terrains, en travers du détroit de Fromentine (fig. 7), on peut voir que les sables siliceux à galets de quartz sous-jacents, appartenant probablement au Lutétien moyen, sont disposés en un biseau, incliné vers le Sud. Ils sont beaucoup plus épais

sous la culée A du pont que sous la pile IV. Par contre le Biarritzien calcaire sus-jacent est subhorizontal. Les argiles noires de l'Illerdien étant effondrées (et basculées) de 25 à 30 m par rapport à celles du bois de la Chaise, en Noirmoutier, on peut supposer que le biseau de sables siliceux sus-jacents (qui se poursuit au Sud vers Saint-Jean-de-Monts, jusqu'à plus de 50 m de profondeur) s'est déposé sur un secteur instable, basculant au fur et à mesure de la sédimentation. Ce mouvement se serait arrêté avant le Biarritzien.

• **Accidents post-lutétiens.** Sur la feuille voisine Noirmoutier, un accident d'une vingtaine de mètres de commandement au moins effondre le Biarritzien, au Sud du noyau granitique. Sur la feuille Challans, de multiples petites failles, de quelques mètres de rejet, découpent le Lutétien et le Cénomani en petits compartiments dénivelés (Commequiers).

Sur le plateau continental, au large de la Vendée, de nombreuses failles, de direction sud-armoricaine, ont été reconnues par sismique réflexion (Y. Delanoë *et al.*, 1971). Certaines d'entre elles affectent le Lutétien.

Il est vraisemblable que de nombreuses failles découpant le socle ont été réactivées à plusieurs moments du Mésozoïque et du Cénozoïque. Ce réseau de failles orientées à N 100-110° E a une *valeur régionale*, comme en témoignent les accidents décrits, au Nord et à l'Est d'Angers, par J. Louail.

• **Le grand basculement post-redonien de la marge littorale ouest-vendéenne.** Cette déformation est attestée par les dénivellations qui affectent à la fois les niveaux-repères du Cénomani moyen et ceux du Redonien.

— *Tous les gisements d'argile noire du Cénomani moyen* de la région (Touvois, vallée du Ligneron, bassin de Challans) correspondent à un milieu de sédimentation identique (marécage littoral en milieu tropical), pourvu d'une microflore qualitativement identique et de même âge. Or l'altitude actuelle de ces gisements décroît d'Est en Ouest : elle est de 42 m à Touvois ; dans la paléovallée du Ligneron, elle est de 32 m à la Forêt Quairy, 28 m à la Bironnière, 18 m à la Bloire, 10 m à Saint-Hubert, 4 m au Bois-Soleil et à Bois-Fossé, — 3 m à Pont-Bâti.

Ces dénivellations sont la résultante globale d'un basculement d'ensemble de direction E-W, engendré par de multiples petits accidents qui découpent le socle et sa couverture sédimentaire en touches de piano de plus en plus affaissées vers l'Ouest. L'un d'eux est bien visible entre la gare de Challans et la Rémonière.

— *Les gisements fossilifères du Redonien, à Terebratula grandis*, subissent une dénivellation comparable :

— dans la forêt de Touvois, ce niveau affleure vers 47 m ;

— le même niveau stratigraphique se trouve entre 6 et 9 m aux Sablières de Challans ; il est à 15 m au moulin des Gâcheries, en Commequiers.

— *L'altitude des cailloutis redoniens décalcifiés (et devenus non fossilifères)* décroît elle aussi d'Est en Ouest : elle est de 53 m au moulin des Chauvetières (à l'Ouest de Legé), 50 m en forêt de Grand'Landes, 37 m au château des Chênes, 17 m au Badreau, 13 m aux Sablières, etc. Même en tenant compte du fait qu'une partie du dépôt de ces cailloutis s'est effectuée en période de régression, avec des plages étagées, et que des phénomènes d'érosion et de décalcification ont modifié leur altitude originelle, on est forcé de constater une dénivellation globale vers l'Ouest d'une quarantaine de mètres, entre le méridien

de Palluau et celui de Challans (sur 19 km de distance E-W). Cet affaissement s'est donc produit au cours des deux ou trois derniers millions d'années.

Des mouvements dûs à des réajustements isostasiques, au niveau des principaux accidents tectoniques, semblent s'être poursuivis jusqu'aux temps actuels (J. Vogt, 1979).

## PRÉHISTOIRE ET ARCHÉOLOGIE

*Construit en dalles de grès siliceux, le dolmen des Pierres-Folles, en Commequiers, est encore assez bien conservé ; de type angevin, sa construction remonte à 4 500 ans environ ; il a été réutilisé à l'âge du Cuivre, entre 3 800 et 3 000 ans B.P.*

*Le menhir de Pierre-Levée, à 1,8 km au Nord-Ouest de Sallertaine, est constitué de grès siliceux à galets de quartz anguleux ; haut de 1,8 m, large et épais de 1,5 m, ses flancs sont plats et parallèles ; il est creusé de taffonis sur la face ouest. La roche employée est la même que celle du dolmen submergé de la Vendette, en baie de Bourgneuf.*

*Le menhir de Pierre-Levée, en Soullans, est aussi constitué par un bloc de grès siliceux, à galets roulés de quartz, qui atteignent 3 cm. Haut de 4 m, pour une largeur de 3 m et épais de 1 m, il est creusé de cuvettes et de rigoles verticales profondes de 20 cm, que l'on peut attribuer à l'érosion pluviale, sous couvert forestier.*

*Situés à 125 m au Sud-Ouest du moulin de Rairé ( $x = 271,2$  ;  $y = 2\ 216,2$ ), quatre menhirs sont plantés à quelques mètres les uns des autres dans un remblaiement sableux quaternaire, recouvert d'une pellicule de bri (0,10 m) ; leur hauteur est de 1,30 à 1,40 m ; ils sont alignés en direction E-W ; seulement deux d'entre eux sont encore debout. D'après une observation effectuée le 3/9/1968 à 12 h, l'ombre de l'angle ouest du menhir sud donnait exactement la direction Nord-Sud.*

*Le menhir cassé du Pylois, à 1 km au Nord-Ouest de Sallertaine. Ses morceaux encore longs de 1 à 2 m ont été découverts le 3/9/1968, à l'occasion du passage d'une tranchée ( $x = 271,7$  ;  $y = 2\ 216,4$ ). Il était implanté dans les colluvions caillouteuses quaternaires.*

A l'Ouest de Bois-de-Céné, s'élève une importante motte féodale.

## RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS

### HYDROGÉOLOGIE (\*)

Les terrains du socle ancien constitués par les porphyroïdes et les micachistes ne renferment que de très faibles ressources aquifères exploitées par des

(\*) Par G. Bresson.

puits individuels qui ne dépassent guère 12 m de profondeur. La plupart des forages se sont révélés très peu productifs pour des besoins supérieurs à 10 m<sup>3</sup>/j en période d'étiage.

Seule la présence d'un filon quartzeux au sein des micaschistes pourrait apporter une productivité aquifère intéressante (10 à 20 m<sup>3</sup>/h) si sa puissance et son extension étaient suffisantes pour drainer l'ensemble de la zone altérée.

En fait, sur le territoire de la feuille Challans, seuls les terrains sédimentaires du Crétacé et de l'Éocène offrent de réelles possibilités aquifères pour une exploitation plus importante.

Les sables et calcaires du Cénomanien, du Turonien et du Sénonien constituent dans la région de Challans un horizon aquifère multicouche assez complexe dont l'épaisseur totale ne dépasse pas 30 mètres. Les niveaux calcaires de faible épaisseur (0,10 à 0,50 m) jouent le rôle de drain aquifère pour l'ensemble de la masse sablo-argileuse de faible perméabilité dans ce secteur.

Quelques forages exploitent cette nappe à Challans, en particulier pour alimenter la laiterie (534-8-109), l'usine d'équarissage (534-8-1), l'élevage de la Bouchardière (534-8-20) et un captage au Préneau pour l'alimentation en eau potable (534-8-19) de cette ville. Les débits exploitables ne dépassent pas 25 m<sup>3</sup>/h.

Signalons également la petite source du Préneau de Challans (534-8-2) au Sud du ruisseau des Godinières qui sert de fontaine publique et dont le débit est voisin de 1 l/s.

Dans l'ensemble, les eaux de la nappe crétacée sont faiblement minéralisées (minéralisation totale inférieure à 300 mg/l) avec souvent une dominance des ions chlorures et sodium. La présence parfois d'une teneur en fer importante 0,85 mg/l rend ces eaux difficiles à exploiter, en particulier à cause de leur corrosivité et nécessite un traitement préalable à leur utilisation comme eau industrielle ou comme eau potable (déferrisation et neutralisation à la chaux).

Toutefois, la nappe aquifère la plus intéressante de la feuille Challans se trouve dans les calcaires éocènes du Lutétien.

Au Sud-Ouest de Challans, dans le secteur de la Vérie—la Tonnelle, la nappe éocène est exploitée actuellement à raison de 100 à 200 m<sup>3</sup>/jour pour l'alimentation en eau potable du Syndicat intercommunal du Marais breton. Une série de 7 puits (534-7-1, 534-7-2, 534-7-3, 534-7-4, 534-7-14, 534-7-15 et 534-7-16) a été creusée de 1945 à 1965 dans les calcaires du Lutétien jusqu'au socle ancien, mais seuls 5 captages sont exploités (534-7-1, 534-7-3, 534-7-14, 534-7-15 et 534-7-16). Certains de ces ouvrages ont rencontré à leur base les sables crétacés et exploitent en partie la nappe cénomaniennne (534-7-15).

Le débit maximum exploitable dans ce secteur est de 3 000 m<sup>3</sup>/j mais par suite de la présence de nombreuses carrières ouvertes dans les calcaires éocènes et comblées souvent par des détritits, l'eau pompée dans les captages apparaît de mauvaise qualité chimique et bactériologique.

L'alimentation en eau potable de la région de Challans se fait dorénavant en grande partie à partir de l'usine des eaux du barrage d'Apremont.

A l'Est de Saint-Gervais, les dépôts calcaires éocènes contiennent une petite nappe aquifère exploitée par de nombreux puits et abreuvoirs peu profonds (5 à 7 m). Cette nappe offre un plan d'eau libre dans les carrières de la Loge à la Garnache. Entre Saint-Gervais et Saint-Urbain, la nappe éocène a été exploitée pour l'eau potable par le Syndicat intercommunal du Marais breton grâce à deux puits (534-2-1 et 534-2-2) implantés au lieu-dit les Peupliers. Toutefois, ces

captages ont dû être abandonnés par suite de la mauvaise qualité des eaux liées à la proximité de carrières exploitant les calcaires lutétiens.

La nappe des calcaires éocènes s'étend sous l'ensemble du Marais breton jusqu'à l'océan mais elle se trouve captive sous le bri flandrien. Malheureusement, la teneur en chlorure de sodium des eaux souterraines s'avère trop importante pour l'alimentation humaine et même pour l'irrigation. Ainsi, un forage réalisé en 1926 dans les marais au lieu-dit les Alliers à Saint-Jean-de-Monts (534-6-1) a été descendu à la profondeur de 35 m et a montré une salure de 7,14 g/l de Na Cl à 24 m de profondeur.

Un forage, réalisé en 1980 à 26 m de profondeur à la station d'épuration de Notre-Dame-de-Monts (534-5-7) pour l'injection d'effluents traités, a mis en évidence une importante zone productive dans les calcaires lutétiens sous recouvrement flandrien (13,50 m d'épaisseur). Un débit exploitable de plus de 500 m<sup>3</sup>/h s'avérait possible dans ce secteur, mais la teneur en Na Cl des eaux était voisine de 4,5 g/l. A noter que dans ce secteur situé à 1 km de l'océan, la nappe lutétienne subit un effet de marée variant de 0,50 à 1,20 m d'amplitude suivant les coefficients.

Les sables et graviers pliocènes au Sud-Est de Challans contiennent une nappe aquifère de faible épaisseur (4 à 5 m) qui ne se trouve exploitée que par des puits particuliers. Dans cette région, elle a été largement mise à jour par les sablières où elle alimente de nombreux plans d'eau.

Les alluvions sous-flandriennes sont également aquifères mais leur forte teneur en argile leur confère souvent une faible perméabilité. Par contre, dans le forage des Alliers, ces alluvions ont été traversées de 5 à 9 m de profondeur et une forte arrivée d'eau a été constatée à ce niveau avec 3,80 g/l de Na Cl. Ces alluvions sont le plus souvent en contact direct avec les calcaires éocènes et il existe une continuité entre les deux aquifères.

Dans le bri flandrien, on note une très faible nappe d'eau douce qui a longtemps alimenté d'une façon précaire, les habitations maraîchines avant l'installation de l'adduction publique.

Les sables dunaires du cordon littoral renferment en surface une nappe d'eau douce exploitée par des puits particuliers. La productivité de cette nappe est faible et sa surexploitation peut entraîner localement une augmentation de la salure par la remontée des eaux saumâtres existant à la base de l'aquifère.

Dans l'ensemble, le territoire de la feuille Challans est dépourvu de grande ressource aquifère exploitable pour l'eau potable ou l'irrigation agricole, en particulier la nappe éocène contaminée par le chlorure de sodium.

Toutefois, la nappe des calcaires éocènes sous le Marais breton représente un réservoir potentiel important pour le stockage d'eau douce ou de l'énergie calorifique. A noter enfin son utilisation possible pour le développement de l'aquaculture à l'intérieur du Marais breton.

## RESSOURCES MINÉRALES

### Matériaux de construction

$\xi_a^{1-2}$ ,  $\xi_m^2$ ,  $\xi_o^3$ . Ces roches se débitent facilement en dalles et ont été largement utilisées pour la construction des habitations locales. Toutes les petites carrières qui les exploitaient sont maintenant abandonnées (remblayées ou noyées).

e5c. Le calcaire du Biarritzien, à débit en bancs, a servi à la construction locale des bâtiments, surtout dans le Marais, ainsi qu'à l'empierrement des routes. Ces calcaires ont été utilisés pour la construction des digues de protection des polders.

p2. Les sables et les graviers pliocènes sont encore activement exploités pour l'empierrement, surtout autour du lieu-dit les Chênes ; mais les carrières sont abandonnées dès que la couche de graviers est enlevée ; elles se remplissent rapidement d'eau.

C4-7. Les sables sénoniens font localement l'objet d'une exploitation de faible importance (le Pavillon et la Robinière, en la Garnache).

C2a. Les argiles noires cénomaniennes, à montmorillonite, ont été exploitées autrefois pour la fabrication de briques et de tuiles. Les petites carrières sont maintenant inondées (le Bois-Soleil, Saint-Hubert, au Sud de Challans).

$\xi_m^2$ . Les argiles kaoliniques développées dans les micaschistes, parfois épaisses de 6 m et conservées sous le Cénomaniens, ont fait l'objet d'une exploitation aux Poteries, à 2 km à l'Ouest de la Garnache.

### Gîtes métallifères

La feuille Challans ne porte pas de gîtes métallifères. Toutefois, la prospection stratégique alluvionnaire à la maille kilométrique effectuée par le B.R.G.M., il y a une dizaine d'années, a révélé de faibles concentrations de cassitérite en lit vif. Ces indices sont faibles et dispersés. Les plus fortes teneurs rencontrées atteignent  $100 \text{ g/m}^3 \text{ SnO}_2$ .

## DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

### SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES

On trouvera des renseignements complémentaires et en particulier des itinéraires d'excursions géologiques dans le *Guide géologique régional : Poitou-Vendée-Charentes* (1978), Masson et Cie, éditeurs :

— itinéraire n° 10a : le bassin de Challans—Commequiers, par J. M. Viaud et M. Ters ;

— itinéraire n° 10b : le Marais breton et l'île de Noirmoutier, par M. Ters.

### COUPES RÉSUMÉES DES SONDAGES

**Sondages dans le détroit de Fromentine** (cf. fig. 7 et 8).

**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).

COUPES RÉSUMÉES DES SONDAGES

N° SGN	COMMUNE Désignation	X	Y	Z Cote sol arrondie au m	Prof. en m	Coupe géologique sommaire		Stratigraphie	Cote toit NGF arrondie au m
						Profondeurs	Lithologie		
534-1-12	Pont de Fromentine Noirmoutier D 4	258.40	2 220.10	+ 1	19	0 à 3,22 3,22 à 6,47 6,47 à 10,92 10,92 à 14,37 12,37	Sable vaseux coquillier Sable vaseux noir Sable Gravier et galets de quarts Micaschistes	Flandrien	0 - 2 - 5 - 10 - 11
534-1-14	Pont de Fromentine Noirmoutier E 2	258.36	2 219.82	0	21	0,33 à 1,20  1,20 à 3,80 3,80 à 5,98  5,98 à 15,05  15,05 à 19,20 19,20 à 19,83 19,83 à 19,93  19,93 à 21,30	Sable grossier, avec galets de silex et nombreuses coquilles Sable vert glauconieux Sable blanc fin à ciment calcaire Sable siliceux fin, jaune, à galets de quartz anguleux Sable argileux Argile jaune Argile noire et sable blanc très fin Micaschistes éclatés par le gypse (feuilletts verti- caeeaux)	Flandrien   Biarritzien      Ilerdien	0  - 1  - 4 - 6  - 15 - 19 - 20  - 20

534-1-19	Pont de Fromentine Noirmoutier G 3	258.50	2 219.94	+ 1	22	0 à 2,85 2,85 à 3,50 3,50 à 16,75 16,75 à 17,30 17,30 à 22,00	Gravier et sable Argile brune Sable fin, blanc verdâtre Gravier sableux Sable blanc	Flandrien  Biarritzien	+ 1 - 2 - 3 -16 -17
534-1-23	Pont de Fromentine Noirmoutier H 2	258.64	2 219.84	0	20	0 à 3,50 3,50 à 4,00 4,00 à 5,25 5,25 à 20	Sable grossier Rognons calcaires Calcaire Sable blanc très fin	Flandrien  Biarritzien	0 - 3 - 4
534-1-49	Pont de Noirmoutier n° 9 (pile V)	258.34	2 220.04	- 11	24	0 à 4,00 4 à 24,30	Sables avec galets. Bri Micaschistes subverticaux	Flandrien	-12 -16
534-2-1	Saint-Urbain-AEP P 1	269.08	2 219.92	+ 2	7	0 à 0,75 0,75 à 3,75 3,75 à 5,75 5,75 à 6,00 6,00 à 6,20 6,20 à 7,00	Terre végétale Calcaire avec joints de sable Calcaire compact dur Calcaire tendre Micaschiste altéré Micaschiste	Biarritzien	+ 2 + 1  - 4
534-2-2	Saint-Urbain - AEP P 1	269.14	2 219.70	+ 2	14,6	0 à 2,20 2,20 à 3,75 3,75 à 4,80 4,80 à 9,00 9,00 à 13,00 13 à 14,60	Remblai Calcaire dur Calcaire Sable calcaire Sable jaune Argile	Biarritzien  Cénomaniens	0  - 7 -11

N° SGN	COMMUNE Désignation	X	Y	Z Cote sol arrondie au m	Prof. en m	Coupe géologique sommaire		Stratigraphie	Cote toit NGF arrondie au m
						Profondeurs	Lithologie		
534-2-3	Saint-Urbain – AEP (S 4 = P 3)	269.02	2 219.62	+ 2	7,4	0 à 0,90 0,90 à 4,15 4,15 à 5,15 5,15 à 6,10 6,10 à 6,90 6,90 à 7,40	Terre végétale Calcaire avec joints sableux Calcaire dur Calcaire tendre Micaschiste altéré Micaschiste	Biarritzien	+ 2 + 1    - 4
534-2-27	Saint-Urbain – AEP S 1	269.10	2 220.00	+ 3	10	0 à 1 1 à 2 2 à 6 6 à 9,60 9,60	Terre végétale Calcaire dur Calcaire Sable Micaschiste	Biarritzien  Cénomannien ?	+ 3 + 2  - 3 - 7
534-4-46	La Garnache le Pavillon (*)  (* ) Coupe provisoire établie par J.-M. Viaud	279.82	2 218.12	+ 18	9	0 à 3,60 3,60 à 5,80 5,80 à 6,50	Sable jaune fin légèrement argileux Sable argileux jaune verdâtre Sable argileux grisâtre	Sénonien	+18

534-4-46						6,50 à 9,00 à 9,00	Argile sableuse grise à noire Micaschiste ?	Cénomaniens moyen	+ 12 + 9
534-5-6	N.-D.-de-Monts Réservoir - S 1	261.84	2 213.84	+ 2	22,5	0 à 1 1 à 7,40 7,40 à 11,20 11,20 à 16 16 à 22,50	Terre végétale Bri argileux ou sableux Sable graveleux Bri argileux Calcaire marneux ou coquillier	Flandrien  Biarritzien	+ 2 + 1 - 14
534-5-7	N.-D.-de-Monts Station d'épuration	259.48	2 215.36	+ 4	26	0 à 1,90 1,90 à 6,50 6,50 à 13,50 13,50 à 22 22 à 23 23 à 26	Sable dunaire Argile gris-bleu (bri) Sable grossier, coquillier Calcaire gris fissuré Grès grossier Calcaire gris fissuré	Flandrien  Biarritzien	+ 4 + 2 - 3
534-5-12	La Barre-de-Monts Fromentine (*) (*) Publication Verger et Florschütz 1960.	260.20	2 219.64	+ 2	10	0 à 6,20 6,20 à 7,15 7,15 à 9,15 9,15 à 10,00	Sable Sable silteux coquillier Tourbe Sable	Holocène Subatlantique Atlantique Atlantique	+ 2 - 4 - 5
534-5-13	La Barre-de-Monts le Coton (PR 5)	262.64	2 216.88	+ 3	10,50	0 à 0,80 0,80 à 3,60 3,60 à 8,00	Argile limoneuse Bri Argile sableuse gris - noir coquillière	Flandrien	+ 3

N° SGN	COMMUNE Désignation	X	Y	Z Cote sol arrondie au m	Prof. en m	Coupe géologique sommaire		Stratigraphie	Cote toit NGF arrondie au m
						Profondeurs	Lithologie		
554-5-13						8,00 à 9,20 9,20 à 10,50	Cailloutis gris-noir dans sable poudreux blanchâtre Sable et calcaire gris-blanc	Biarritzien ?	-6,20
534-5-14	Notre-Dame-de- Monts La Croix Givrand (pr 10)	263.34	2 215.52	+ 3	10,30	0 à 1,75 1,75 à 6,50 6,50 à 10,30	Limon argileux Bri Argile (bri) sableuse à coquilles éparses	Flandrien	+ 3
						10,30 à 10,50	Sable et calcaire ocre	Biarritzien ?	-7,30
534-5-15	Notre-Dame-de- Monts Les Petites Ramo- nières (PR 11)	263.42	2 215.00	+ 2	10,20	0 à 1 m 1 à 3,50 3,50 à 8,50 8,50 à 9,70 9,70 à 10,20	Limon argileux Limon argileux gris-bleu Sable argileux gris Sable argilo-graveleux Sable ocre calcaireux	Flandrien  Biarritzien ?	+ 2  -7,70

534-5	La Barre-de-Monts (la Grande Cheminée)	261.70	2 221.84	+ 3	21,50	0 à 4,50 4,50 à 10,50 10,50 à 12,50 12,50 à 21,50	Argile grise sableuse (bri) Sable jaune argileux Marnes jaunes bariolées Calcaires	Flandrien Pliocène ? Biarritzien	+ 3 -1,50 -7,50 -9,50
534-5-16	La Barre-de-Monts Pont de Noirmoutier n° 3 Culée A	258.25	2 219.70	+ 3	35	0 à 7 7 à 11 11 à 12 12 à 24,50 24,50 à 28 28 à 29 29 à 30	Sables siliceux Sable gréseux Argile sableuse Sable fin siliceux Sable grossier Argile glauconieuse Argile noire feuilletée	Flandrien Biarritzien ? Lutétien ? Ilerdien	+ 3 - 4 - 8 - 9 -25
534-6-1	Saint-Jean-de-Monts Les Alliers (1925) (*)  (*) Baudouin Marcel Forage d'un puits artésien dans le marais de Monts, le puits des Alliers	266.82	2 221.10	+ 2	35	0 à 0,50 0,50 à 5,20 5,20 à 9,00 9,00 à 10,00 10 à 13 13 à 14,00 14,00 à 14,60 14,60 à 20,40 20,40 à 24 24 à 35	Terre végétale Bri Sable argileux noirâtre Sable coquillier Calcaires et marnes sableuses Sable très fin Calcaire Sable blanc et marnes Sable jaune Calcaire jaune	Flandrien Biarritzien Crétacé ?	+ 1,50 - 8 -12

N° SGN	COMMUNE Désignation	X	Y	Z Cote sol arrondie au m	Prof. en m	Coupe géologique sommaire		Stratigraphie	Cote toit NGF arrondie au m
						Profondeurs	Lithologie		
534-7-13	Sallertaine Le Pont-Bâti	274.84	2 214.76	+ 3	16	0 à 5,65	Bri	Flandrien	+ 3
						5,65 à 9,00	Argile noire	Cénomanién	- 3
						9,00 à 12,25	Sable et gravier		- 9
12,25	Micaschiste								
534-7-14	Challans—AEP Le Fief du Plateau P 4	276.52	2 212.55	+ 3	13,40	0 à 3,40	Calcaire	Biarritzien	+ 3
						3,40 à 4,20	Sable		
						4,20 à 8,70	Calcaire		
						8,70 à 11,00	Calcaire		
						11,00 à 12,20	Calcaire		
12,20	Micaschiste	- 9							
534-7-15	Challans—AEP Les Chênes P 5	276.30	2 212.72	+ 3	28,7	0 à 0,50	Terre végétale	Biarritzien	+ 3
						0,50	Calcaire gréseux friable		+ 2
						à 5,50			
						5,50 à 17,40	Calcaire sableux		
						17,40 à 21	Marne grise sableuse		
						21 à 22,20	Argile noire		Cénomanién

534-7-15						22,20 à 23,80 23,80 à 26,80 26,80	Sable et graviers Argile blanche Micaschiste	Cénomaniens Micaschiste altéré	-23
534-7-16	Challans—AEP  La Maurinière - P 6	276.01	2 212.82	+ 3	20,50	0 à 0,30 0,30 à 1,05 1,05 à 8,45 8,45 à 17,50 17,50 à 20	Terre végétale Rognons calcaires Calcaire fissuré Grès calcaire Argile noire Micaschiste	Biarritzien  Cénomaniens	+ 3 + 3  -15
534-7-157	Le Perrier (*) St-Gabriel  (* ) Coupe interprétée au vu d'échantillons par J.-M. Viaud, 1979	271.34	2 211.46	+ 3	15,50	0 à 5 5 à 5,20 5,20 à 11,50 11,50 à 15,50	Bri (argile grise) Argile sableuse Sables à quelques éléments calcaires Sable grossier jaune devenant de + en + calcaire	Flandrien  Biarritzien	+ 3  -2,20
534-7-158	Soullans (*) le Petit Moulin  (* ) Coupe provisoire établie par J.-M. Viaud	276.70	2 208.86	+ 15	15	0 à 4 4 à 10,00 10 à 13,00 13 à 15 à 15	Sable roux à concrétions gréseuses Sable noirâtre fin et argileux Argile micacée noire Argile à lignite Micaschiste ?	Sénonien  Cénomaniens	+ 15 + 11  0

N° SGN	COMMUNE Désignation	X	Y	Z Cote sol arrondie au m	Prof. en m	Coupe géologique sommaire		Stratigraphie	Cote toit NGF arrondie au m
						Profondeurs	Lithologie		
534-8-1	Challans usine d'équarissage Le Bois Fossé	278.12	2 211.84	+ 11	27,5	0 à 0,50 0,50 à 2,50 2,50 à 4,50 4,50 à 14,50 14,50 à 19,50 19,50 à 21,50 21,50 à 24,20 24,20	Sable à rognons de silex Sables et graviers Calcaire tendre Sable jaune Argile grise Argile noire à débris végétaux Sables blancs Micaschistes	Colluv. quaternaires Pliocène Helvétien ? Biarritzien ? Cénomanién Cénomanién moyen	+ 11 + 10,50 + 8,50 + 6,50 - 3,50 - 8,50 - 10,50 - 13,30
534-8-2	Challans Laiterie des Trois-Monts	279.30	2 214.90	+ 17	26	0 à 3,20 3,20 à 8,95 8,95 à 16,90 16,90 à 24 24	Colluvions Sables roux argileux Argile noire Sables et graviers Micaschistes	Quaternaire Cénomanién Cénomanién moyen	+ 17 + 14,20 + 8 0 - 7
534-8-19	Challans	279.42 (*)	211.42 (*)	+ 10 (*)	15,65	0 à 1,10	Terrain de surface	Colluvions	+ 10

534-8-19	Le Préneau, La lande des Maréchaux					1,10 à 2,17	Sable et graviers	quaternaires		
						2,17 à 5,65	Sable argileux jaune	Cénomaniens sup.	+ 8	
						5,65 à 10,65	Sable noir et argile noire	Cénomaniens moyen	+ 6	
						10,65 à 12,15	Sable siliceux et graviers		+ 4	
						12,15 à 20,30 20,30	Micaschiste altéré Micaschiste sain		+ 2	
(*) Situation et cote approximatives										
534-8-20	Challans La Bouchardière	278,95	2 210.00	+ 15	25	0 à 1	Terrain de surface	Sénonien  Cénomaniens		
						1 à 7	Sable jaune siliceux			+ 14
						7 à 11,00	Marne et calcaire			+ 8
						11 à 12,50	Calcaire coquillier			
						12,50 à 16,00	Argile marneuse			
						16 à 22,50	Argile noire			- 1
						22,50 à 24 24 à 25	Gravier Sable fin			
25	Micaschiste	- 10								
534-8-189	Challans Bois-Soleil	278.18	213.28	+ 5	15,50	0 à 20	Sable jaune	Sénonien probable	+ 5	
						2 à 5	Argile noire	Cénomaniens moyen	+ 3	
						5 à 10,00	Sable blanc		0	
						10	Micaschiste		- 5	
534-8-190	Soullans Massotté	278.48	2 209.34	+ 16	27	0 à 1,50	Sables soufflés	Quaternaire	+ 16	

N° SGN	COMMUNE Désignation	X	Y	Z Cote sol arrondie au m	Prof. en m	Coupe géologique sommaire		Stratigraphie	Cote toit NGF arrondie au m
						Profondeurs	Lithologie		
534-8-190						1,50 à 5,00 5 à 18,00 18,00 à 19,50 19,50 à 23 à 23	Sables jaunes Marnes et calcaires Calcaire Sable à passées argileuses Micaschistes	Sénonien  Cénomanién	+ 14,50  - 3,50  - 7
534-8-191	Challans (hôpital)	279.22	2 213.72	+ 9	26	0 à 1 1 à 10,50  10,50 à 12 12 à 15,50 15,50 à 20 à 20	Sable éolisé Sable jaune à coquilles silicifiées Argile noire sableuse Argile noire compacte Sable et graviers Micaschistes	Quaternaire Cénomanién sup.  Cénomanién moyen	+ 9 + 8  - 1,50 - 6,50 - 11,00
534-8-192	Challans Central téléphonique, rue du Château	278.52	2 213.72	+ 10	12,50	0 à 1 1 à 3,90  3,90 à 6,80 6,80 à 12,50	Remblai Sable et gravier jaunâtre argileux Argile noire sableuse Argile noire compacte	Cénomanién ?  Cénomanién moyen	+ 9  + 6 + 3,20

N <sup>os</sup>	N <sup>os</sup> S.G.N. 534	Profondeur (cotes NGF)	N <sup>os</sup>	N <sup>os</sup> S.G.N. 534	Profondeur (cotes NGF)
A1		+ 5,50 à - 19,08	G8		+ 9,60 à - 2,10
B1		+ 6,21 à - 4,39	G8 bis		+ 10,39 à - 5,00
B2 (*)		+ 0,73 à - 16,73	H1		+ 8,60 à - 10,35
B3		+ 1,78 à - 19,72	H2 (*)	1-23	- 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
C2 bis		+ 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	1-12	+ 1,08 à - 19,08	K4		+ 4,86 à - 4,34
D6 bis		+ 10,06 à - 15,34	K5		+ 4,63 à - 8,53
E1		+ 6,00 à - 5,64	K6	1-34	+ 4,66 à - 20,34
E2 (*)	1-14	+ 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 (*)	1-49	+ 0,70 à - 9,40
G2 (*)		- 0,02 à - 18,27	L10		+ 3,58 à - 8,02
G3 (*)	1-19	+ 0,98 à - 21,02			
G7 bis		+ 10,18 à - 14,82	1, culée B		+ 10,00 à - 45,00

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

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	..... 534-1-16
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 - 16,10
7. + 2,90 à - 23,90	

**Sondage Verger-Florschütz 1960.**

Profondeur (m NGF)	Faciès	Transgression marine	Palynoflore
+ 2.40 à + 2.25	Vase de schorre		Subatlantique
+ 2.25 à + 2.15	Vase sableuse de haute slikke		
+ 2.15 à - 2.90	Sable fin		
- 2.90 à - 3.70	Sable grossier		
- 3.70 à - 4	Argile sableuse		
- 4 à - 5.05	Argile		
- 5.05 à - 5.60	Argile sableuse	Haut niveau de Fromentine Maximum de Foraminifères à - 5.40	(Céréales)
- 5.60 à - 6.95	Argile		Atlantique
- 6.95 à - 7.05	Argile très tourbeuse		
- 7.05 à - 7.15	Tourbe à <i>Carex</i> 7 650 ans BP		
- 7.15 à - 7.55	Argile		
- 7.55	Calcaire éocène en place		

*ANALYSES CHIMIQUES DES FORMATIONS DE BOIS-DE-CÈNE (\*)*

N <sup>os</sup> d'analyse :	3930	3932	3931	3936
SiO <sub>2</sub> . . . . .	70,00	71,55	53,45	35,30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	12,45	13,30	13,55	38,50
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	5,95	3,50	11,00	12,00
FeO . . . . .	0,95	1,40	3,90	2,90
MnO . . . . .	0,28	traces	0,13	0,35
MgO . . . . .	2,00	1,35	4,50	1,70
CaO . . . . .	1,87	1,35	7,75	0,20
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,60	2,30	3,30	1,50
K <sub>2</sub> O . . . . .	2,80	2,50	0,40	1,90
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,40	0,55	0,40	1,10
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,24	0,08	0,05	0,10
H <sub>2</sub> O combinée .	1,95	2,00	1,65	0,23
H <sub>2</sub> O 100° . . .	0,15	0,60	0,28	4,80
CO <sub>2</sub> . . . . .	traces	traces	traces	traces
Totaux . . . . .	99,64	100,48	100,36	100,58

3930 : Micaschiste à muscovite et glaucophane. La Platrelle.

3931 : Glaucophanite. La Platrelle.

3932 : Micaschiste albitique. Les Ormeaux.

3936 : Micaschiste à chloritoïde. La Roustière.

(\*) M. Patureau.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- ANTHONIOZ P.-M., BRILLANCEAU A. (1969) — Introduction à la géologie de la région de Bois-de-Céné (Vendée) : un nouveau jalon du métamorphisme de haute pression dans le Massif armoricain. *C.R. Acad. Sci.*, 269, p. 1050-1052.
- AZÉMA C., DURAND S., MEDUS J. (1972) — Des miospores du Cénomanién moyen. *Paléobiologie continentale*, vol. III, n° 4, Montpellier.
- AZÉMA C., FAUCONNIER D., VIAUD J.-M. (1981) — Microfossils from the Upper Cretaceous of Vendée. *Rev. Palaeobot., Palynol.*, 35, p. 237-281.
- AZÉMA C., TERS M. (1971) — Étude palynologique préliminaire du gisement cénomanién de la Bironnière, Vendée (France). *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 11, p. 267-282.
- AZÉMA C., VIAUD J.-M. (1979) — Sur l'existence d'une flore du Sénonien inférieur (Santonien) dans le Bassin de Commequiers (Vendée). *C.R. Acad. Sci.*, 288, p. 815-817.
- BRESSON G. (1977) — Alimentation en eau des marais vendéens (programme d'études et de travaux). Fasc. 22 p., D.D.A., la Roche-sur-Yon.
- BRESSON G. (1979) — Ressources en eau souterraine de la Vendée. *Soc. Emul. de la Vendée*, la Roche-sur-Yon, p. 27-43.
- BUGE E., FRENEIX S., TERS M. (1958) — L'Helvétien de la région littorale vendéenne. *Congrès Soc. sav., Aix-Marseille*, p. 77-88.
- CHATEAUNEUF J.-J., GRUAS-CAVAGNETTO C. (1978) — Les zones de *Wetzeliales* (*Dinophyceae*) du Bassin de Paris. *Bull. B.R.G.M.*, sect. IV, n° 2, p. 59-94.
- DELANOË Y., GALLENNE B., LASNIER B., PINOT J.-P. (1972) — Découverte par carottage sous-marin d'une association pétrographique de micaschiste à chloritoïde et de schiste vert à glaucophane autour de la Baz Moullek, à 11 km au Sud-Est de l'île de Groix (Morbihan). *C.R. Acad. Sci.*, 274, p. 644-646.
- DURAND S. (1960) — Le Tertiaire de Bretagne. Étude stratigraphique, sédimentologique et tectonique, Thèse, Rennes, *Mém. Soc. géol. min. Bret.*, t. XII.
- DURAND S., TERS M. (1958) — L'analyse pollinique d'argiles des environs de Challans (Vendée) révèle l'existence d'une flore cénomaniénne. *C.R. Acad. Sci.*, 247, p. 684-686.
- DURAND S., TERS M., VERGER F. (1963) — Sur un nouveau gisement d'argile noire cénomaniénne dans le marais de Monts (Vendée) et sa signification paléogéographique. *C.R. Acad. Sci.*, 257, p. 1492-1494.

- GODARD G. (1981) — Lambeaux probables d'une croûte océanique subduite : les éclogites de Vendée. Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Nantes.
- GODARD G., KIENAST J.-R., LASNIER B. (1981) — Retromorphic development of glaucophane in some eclogites, east of Nantes (Massif armoricain, France). *Contrib. Mineral. Petrol.*, 78, p. 126-135.
- GOULEAU D. (1968) — Étude hydrologique et sédimentologique de la baie de Bourgneuf. Thèse 3<sup>e</sup> cycle (Caen), *Trav. Lab. Géol. marine*, Nantes, 185 p.
- KORNPROBST J. (1980) — Le métamorphisme en France. Colloque C 7, du 26<sup>e</sup> CGI, *Mém. B.R.G.M.* n° 107.
- LEFORT J.-P., AUDREN Cl., MAX M.D. (1982) — The Southern part of the armorican orogeny : a result of coastal shortening related to reactivation of a pre-hercynian mafic belt during carboniferous time. *Tectonophysics*, 89, p. 359-377.
- LOUAIL J. (1975) — La transgression crétacée en Vendée et les communications par le détroit de la Basse-Loire. 3<sup>e</sup> R.A.S.T., Montpellier, p. 237.
- LOUAIL J. (1976) — Données nouvelles sur la stratigraphie des dépôts crétacés de Vendée. Conséquences paléogéographiques. *C.R. Acad. Sci.*, 282, p. 157-159.
- LOUAIL J. (1981) — La transgression crétacée au Sud du Massif armoricain, Cénomaniens de l'Anjou et du Poitou, Crétacé supérieur de Vendée. Étude stratigraphique, sédimentologique et minéralogique. Thèse, Rennes.
- LOUAIL J., VIAUD J.-M. (1977) — Révision stratigraphique du Crétacé vendéen. *Bull. Soc. géol. min. Bretagne*, (C), IX, 2, p. 103-112.
- MARCHAND J. (1981) — Écaillage d'un « mélange tectonique profond » : le complexe cristallophyllien de Champtoceaux (Bretagne méridionale). *C.R. Acad. Sci.*, 293, p. 223-228.
- MARGEREL J.-P., TERS M. (1965) — Sur la microfaune du gisement lutétien de Puits-Neuf, commune de Bois-de-Céné (Vendée). Étude paléontologique et paléogéographique. *Bull. Soc. géol. France*, (7), VII, p. 765-768.
- MOUNÈS J. (1974) — Le Marais breton et ses marges. Étude de géomorphologie et de sédimentologie. Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Nantes, 345 p.
- OLLIVIER-PIERRE M.-F. (1980) — Étude palynologique (spores et pollens) de gisements paléogènes du Massif armoricain. Stratigraphie et paléogéographie. *Mém. Soc. géol. minéral. Bretagne*, 25, 1-239, Rennes.
- PATTE E., TERS M., VERGER F. (1961) — Sur l'origine humaine des buttes coquillières de Saint-Michel-en-l'Herm (Vendée). *Bull. Inst. océan. Monaco*, n° 1211, p. 1-7.

- PEUCAT J.-J., VIDAL Ph., GODARD G., POSTAIRE B. (1981) — 1.25–1.34 B.Y. old oceanic crust in the W. European hercynian belt ? Precambrian U- Pb zircons ages from eclogites and garnet pyroxenite from south Brittany (France). *Earth Plan. Sci. Letters*.
- SANTALLIER D. (1981). — Les roches basiques dans la série métamorphique du Bas-Limousin (Massif Central, France). Thèse État, Orléans.
- TERS M. (1953) — Existence d'un désert froid au Quaternaire ancien dans la région littorale vendéenne. *Bull. Soc. géol. France* (6), III, p. 355-368.
- TERS M. (1957) — Limons éoliens en Vendée littorale. *C.R. Acad. Sci.*, 244, p. 3162-3164.
- TERS M. (1959) — Le Crétacé de Vendée littorale. Étude paléontologique, sédimentologique et paléogéographique. C.R. congrès Soc. sav., Dijon, p. 675-700.
- TERS M. (1961) — La Vendée littorale. Étude de géomorphologie. Thèse, Rennes, Impr. Oberthur, 598 p., 50 fig., 13 pl.
- TERS M. (1967) — La tectonique posthume en Bretagne méridionale et en Vendée, dans ses relations avec les données gravimétriques. *Bull. B.R.G.G.M.*, n° 52, p. 73-82.
- TERS M. (1973) — Les variations du niveau marin depuis 10 000 ans, le long du littoral atlantique français. *In* : Le Quaternaire, géodynamique, stratigraphie et environnement, 9<sup>e</sup> congrès INQUA, Christchurch, suppl. *Bull. A.F.E.Q.*, n° 36.
- TERS M. (1977) — Le Paléozoïque du Massif vendéen. 5<sup>e</sup> R.A.S.T., p. 444.
- TERS M. (1979) — Les synclinoriums paléozoïques et le Précambrien sur la façade occidentale du Massif vendéen. Stratigraphie et structure. *Bull. B.R.G.G.M.*, 1, 4, p. 293-301, 1 carte hors texte en couleurs à 1/320 000.
- TERS M., BREBION P., BUGE E., CHEVALIER J.-P., LAURIAT A., MARGREL J.-P. (1970) — Le Redonien de la région de Palluau (Vendée). *Bull. B.R.G.G.M.*, 2<sup>e</sup> série, sect. 1, n° 2, p. 1-26.
- VASSEUR G. (1881) — Recherches géologiques sur les terrains tertiaires de la France occidentale. Paris, Masson.
- VERGER F. (1968) — Marais et Wadden du littoral français. Thèse, Impr. Biscaye, Bordeaux.
- VERGER F., FLORSCHUTZ F. (1960) — Sur l'existence à Fromentine (Vendée) d'une couche de tourbe du début de l'Atlantique. *C.R. Acad. Sci.*, 251, p. 891-893.
- VIAUD J.-M. (1978) — Contribution à l'étude du Crétacé vendéen, dans le Bassin de Challans—Commequiers. *Bull. Soc. Sci. nat. Ouest Fr.*, Nantes, LXXVI, p. 61-92.

- VIAUD J.-M., TERMIER G. (1980) — Étude de quelques Spongiaires du Crétacé supérieur de Vendée. *Bull. Soc. Sc. nat. Ouest Fr.*, n.s., t. 2, p. 25-47.
- VOGT J. (1979) — Les tremblements de terre en France. *Mém. B.R.G.M.*, n° 96.

#### **Cartes géologiques à 1/80 000**

Feuille *Ancenis* :

1<sup>re</sup> édition (1890), par E. et L. BUREAU.

2<sup>e</sup> édition (1967), coordination par P. CAVET.

Feuille *Nantes* (1926), par L. BUREAU, G. FERRONNIÈRE.

Feuille *Nantes—Ile du Pilier* (1968), par M. TERS, F. VERGER.

Feuille *Palluau—Ile d'Yeu* :

1<sup>re</sup> édition (1902), par F. WALLERANT.

2<sup>e</sup> édition (1972), par M. TERS, F. VERGER, G. MATHIEU.

#### **Cartes géologiques à 1/50 000**

Feuille *Ancenis* (1978), coordination par P. CAVET.

Feuille *Nantes* (1969), par M. TERS, B. BARTHÉLEMY, J. MARCHAND, R. RICHARD, G. WEECKSTEEN, F.-H. FORESTIER, B. LASNIER.

Feuille *Ile de Noirmoutier—Pointe de Saint-Gildas* (1978), par M. TERS, D. GOULEAU, J.-R. VANNEY.

Feuille *Machecoul* (1976), par M. TERS, J. MOUNÈS, D. GOULEAU.

Feuille *Saint-Philbert-de-Grand-Lieu* (1979), par M. TERS.

#### **Cartes sédimentologiques sous-marines à 1/100 000**

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

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

#### *DOCUMENTS 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 soit au S.G.R. Pays de la Loire, rue Henri-Picherit, 44000 Nantes, soit au B.R.G.M., 191, rue de Vaugirard, 75015 Paris.

## AUTEURS DE LA NOTICE

Cette notice explicative a été rédigée par Mireille TERS, professeur honoraire à l'Université d'Amiens, avec la collaboration de Jean-Marc VIAUD, collaborateur de la Carte géologique de la France.

Ont aussi participé à l'élaboration de cette notice :

AZEMA C. : palynologie du Crétacé et du Cuisien ; BIDAR A. : Echinides ; BREBION Ph. : Gastéropodes ; BRESSON G. : hydrogéologie ; BUGE E. : Bryozoaires ; CAPETTA H. : Sélaciens ; CHEVALIER J.-P. : Madréporaires ; DAMOTTE R. : Ostracodes ; FAUCONNIER D. : palynologie du Crétacé ; FRENEIX S. : Bivalves ; GASPARD D. : Brachiopodes ; GOULEAU D. : sédiments sous-marins ; GUEZ Cl. : diffractométrie des argiles ; JACOB Cl. : diffractométrie des micas ; KENNEDY W.-J. : Céphalopodes ; KOLLMANN H.-A. : Gastéropodes ; LAURIAT-RAGE A. : Bivalves ; MONCIARDINI C. : Foraminifères ; MOUNÈS J. : sédiments flamands ; PAJAUD D. : Brachiopodes ; PHILIP : Rudistes ; ROMAN J. : Echinides ; SORNAY J. : Céphalopodes et Inocérames ; TERMIER G. : Spongiaires ; VERGER F. : sédiments flamands ; VIAUD J.-M. : terrains tertiaires et crétacés ; VOIGT Eh. : Bryozoaires.

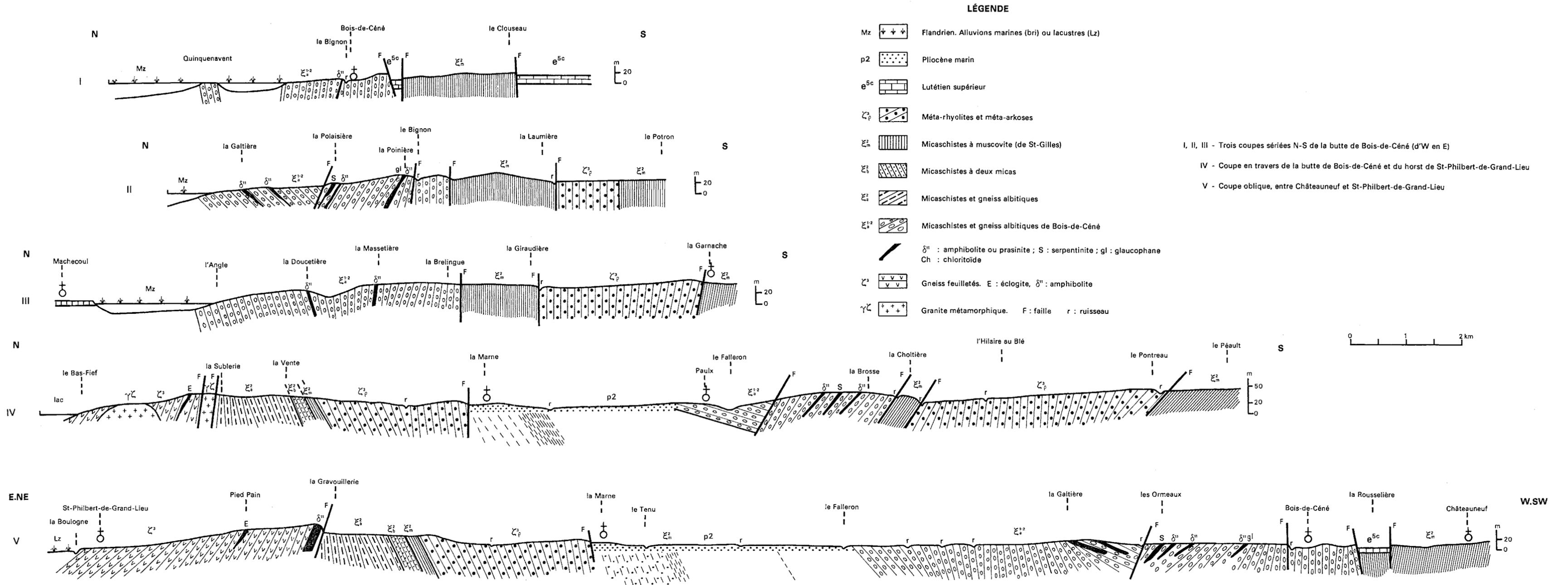


Fig. 2 - Coupes transversales dans le complexe de Bois-de-Céné

Fig. 6 - Gisements palynologiques du Crétacé et de l'Éocène inférieur de Vendée

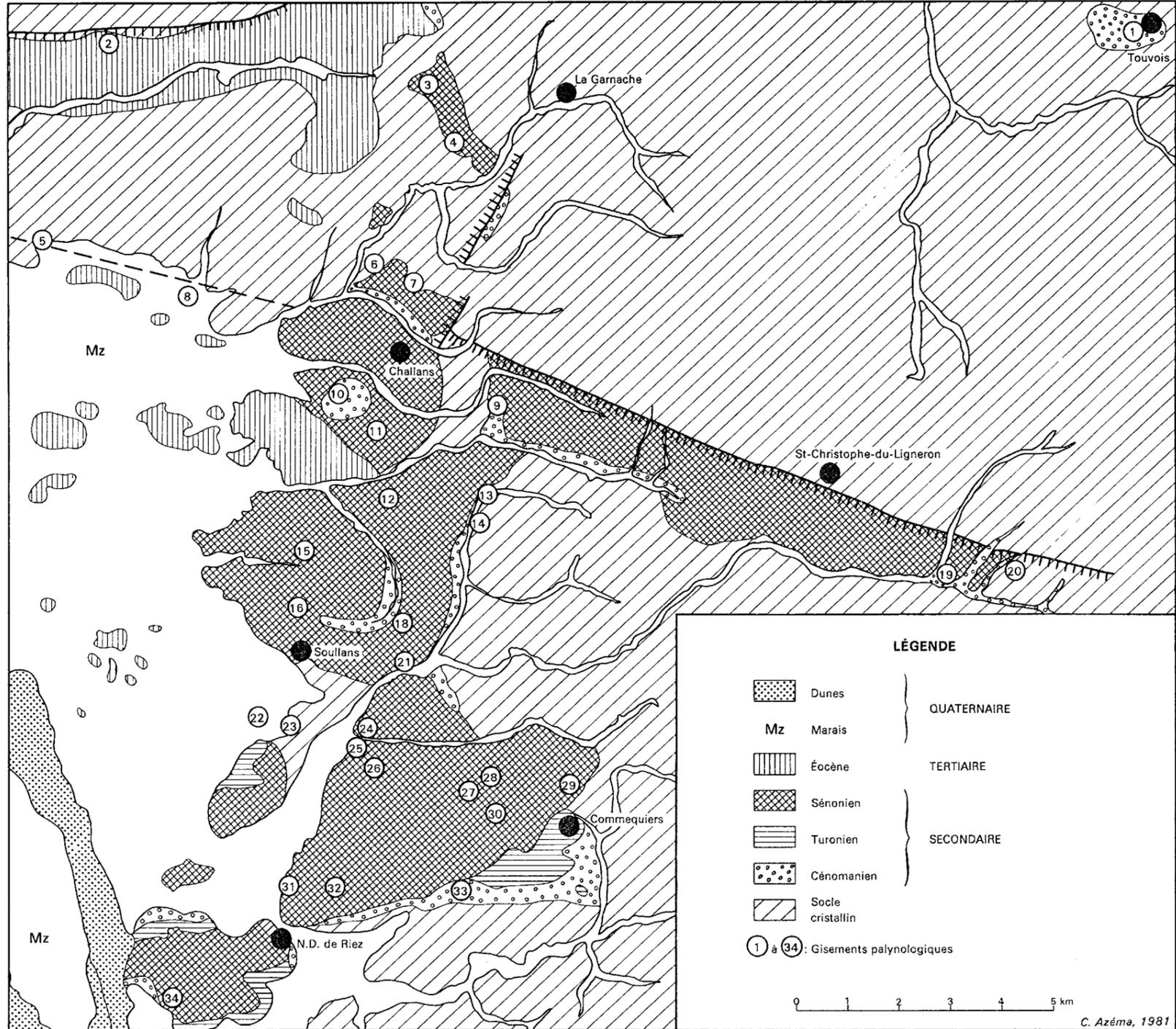


Fig. 8 - Plan des sondages, sous le goulet de Fromentine

