

CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE A 1/50 000

LE LUDE

par

J. MANIVIT, M. RIOULT, S. DEBRAND-PASSARD, R. BROSSÉ
J. LOUAIL, T. COLLET, R. GIORDANO

LE LUDE

1-4874



La carte géologique à 1/50 000
LE LUDE est recouverte par les coupures suivantes
de la carte géologique de la France à 1/80 000 :
au nord-ouest : LA FLÊCHE (N° 92)
au nord-est : LE MANS (N° 93)
au sud-ouest : ANGERS (N° 106)
au sud-est : TOURS (N° 107)



La Flèche	Ecommoy	La Chartre-sur-le-Loir
Baugé	LE LUDE	Château-du-Loir
Longué	Noyant	Tours



MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE
ET DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
Boîte postale 6009 - 45060 Orléans Cedex 2 - France

**NOTICE EXPLICATIVE DE LA FEUILLE
LE LUDE À 1/50 000**

par

**J. MANIVIT, M. RIOULT, S. DEBRAND-PASSARD, R. BROSSÉ
J. LOUAIL, T. COLLET, R. GIORDANO**

1991

Éditions du BRGM - BP 6009 - 45060 ORLÉANS Cedex 2 - FRANCE

Références bibliographiques. Toute référence en bibliographie au présent document doit être faite de façon suivante :

-pour la carte: MANIVIT J., DEBRAND-PASSARD S., BROSSE R., LOUAIL J. (1990) - Carte géol. France (1/50 000), feuille **Le Lude** (425) - Orléans : BRGM. Notice explicative par MANIVIT J., RIOULT M., DEBRAND-PASSARD S., BROSSE R., LOUAIL J., COLLET T., GIORDANO R. (1991), 40 p.

-pour la notice : MANIVIT J., RIOULT M., DEBRAND-PASSARD S., BROSSE R., LOUAIL J., COLLET J., GIORDANO R. (1991) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille **Le Lude** (425) - Orléans : BRGM, 40 p. Carte géologique par MANIVIT J., DEBRAND-PASSARD S., BROSSE R., LOUAIL J. (1990).

© BRGM, 1991. Tous droits de traduction et de reproduction réservés. Aucun extrait de ce document ne peut être reproduit, sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit (machine électronique, mécanique, à photocopier, à enregistrer, ou tout autre) sans l'autorisation préalable de l'éditeur.

ISBN : 2-7159-1425-3

SOMMAIRE

	<i>pages</i>
INTRODUCTION	5
<i>SITUATION GÉOGRAPHIQUE</i>	5
<i>CADRE GÉOLOGIQUE</i>	5
<i>PRÉSENTATION DE LA CARTE</i>	5
<i>TRAVAUX ANTÉRIEURS ET CONDITIONS</i>	
<i>D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE</i>	7
DESCRIPTION DES TERRAINS	7
<i>FORMATIONS SECONDAIRES</i>	7
<i>FORMATIONS TERTIAIRES</i>	12
<i>FORMATIONS QUATERNAIRES</i>	22
CONDITIONS DE FORMATION DES ENTITÉS GÉOLOGIQUES	24
ÉVOLUTION TECTONIQUE	25
SYNTHÈSE GÉODYNAMIQUE RÉGIONALE	28
GÉOLOGIE DE L'ENVIRONNEMENT	28
<i>VÉGÉTATION ET CULTURES</i>	28
<i>RESSOURCES EN EAU</i>	29
<i>SUBSTANCES UTILES, CARRIÈRES</i>	31
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE	32
<i>PRÉHISTOIRE ET ARCHÉOLOGIE</i>	32
<i>SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES</i>	32
<i>DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES</i>	33
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	33
<i>DÉTERMINATIONS PALÉONTOLOGIQUES ET ANALYSES</i>	35
AUTEURS	36
ANNEXE : COUPES RÉSUMÉES DES SONDAGES	37

AVERTISSEMENT

Cette notice a été rédigée après l'impression de la carte ; des connaissances régionales nouvelles, ainsi qu'une modification des notations concernant certains terrains tertiaires et les noms d'étage correspondants, n'ont donc pu y être introduites.

Nous précisons dans cette notice, en parallèle avec les notations figurant en légende et sur la carte, les attributions chronostratigraphiques actuellement en vigueur.

INTRODUCTION

SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Le territoire couvert par la feuille Le Lude à 1/50 000 est situé sur la bordure ouest du Bassin parisien, au point de rencontre de trois départements : Indre-et-Loire au Sud-Est, Maine-et-Loire à l'Ouest et Sarthe au Nord-Est. Il est constitué d'un plateau de 80 m d'altitude moyenne (plateau du Baugeois) qui culmine à plus de 120 m sur le territoire de la commune de Braye-sur-Maulne. Au Nord, la feuille est traversée d'Est en Ouest par le Loir qui coule (entre 42 et 29 m d'altitude) suivant de nombreux méandres. Il sépare le plateau du Baugeois (au Sud) des premiers contreforts du plateau sarthois au Nord.

Plusieurs thalwegs entaillent le plateau du Baugeois suivant une direction SE-NW puis SSW-NNE avant de rejoindre le Loir, délimitant plusieurs entités. On peut citer d'Ouest en Est, le ruisseau des Cartes, les vallées de Malvoisine et du Ris-Oui, les vallées de la Marconne et de la Maulne, enfin le ruisseau de la Fare, qui délimitent des petits plateaux.

CADRE GÉOLOGIQUE

La limite ouest du Bassin parisien est caractérisée par l'affleurement successif des différentes assises jurassiques, crétacées et tertiaires. Les étages représentant le Jurassique et le Crétacé sont dominés par les faciès carbonatés, alors que la série tertiaire présente une succession de faciès continentaux, fluviatiles, lacustres, ou même marins pendant l'ouverture de la mer des faluns au Miocène (12,18,21)*. L'agencement et le dépôt de ces différents faciès ne sont pas distribués au hasard, mais sont directement liés aux traits structuraux dominants de la région. On reconnaît des cassures de direction armoricaine auxquelles se surimposent les cassures orientées NE-SW, bien mises en évidence sur les feuilles Baugé et Ecommoy. D'autres directions privilégiées apparaissent, comme les directions ESE-WNW et même N-S. C'est souvent à l'intersection de ces accidents que se produisent des grabens d'effondrement qui sont à l'origine des dépôts lacustres ; puis ces zones de passage privilégiées ont joué et facilité la pénétration de la mer des faluns au Miocène (24).

PRÉSENTATION DE LA CARTE

Le territoire de la feuille Le Lude reflète bien les traits structuraux dominants de la région et les particularités géographiques y trouvent leur explication.

Le **plateau du Baugeois**, essentiellement carbonaté, est en réalité bien diversifié : il est subdivisé par l'entaille des quelques rivières ou ruisseaux

* La numérotation renvoie en bibliographie.

eux-mêmes orientés suivant Taxe des accidents dominants. On distingue dans ce plateau, qui occupe la moitié sud de la feuille, deux ensembles séparés par la vallée de la Maulne :

—à l'Ouest, une étendue où affleurent principalement les sédiments miocènes marins de la mer des faluns, reposant sur une série lacustre, elle-même occupant des zones effondrées, souvent limitées par des cassures ; celles-ci sont très rarement visibles en raison de la dureté relativement faible des matériaux aussi bien postérieurs (Bartonien à Oligocène) qu'encaissants (matériel siliciclastique de l'Éocène).

La vallée de la Marconne, du Lude à Dénézé, sépare en deux secteurs le bassin falunien de Noyant :

- à l'Ouest, les affleurements de falun exploités sur les communes de Noyant-sous-le-Lude, Genneteil et Lasse,
- à l'Est, les gisements exploités sur les communes de Dénézé-sous-le-Lude, et Meigné-le-Vicomte ;

—à l'Est du Maulne, on reconnaît une disposition identique, mais les terrains éocènes et crétacés dominent : le bassin lacustre est situé dans un graben d'effondrement mais le Miocène marin est beaucoup plus restreint, car seule sa partie basale est représentée.

L'Éocène est beaucoup plus important, expliquant la présence de la forêt de Château-la-Vallière. On note un aspect plus vallonné du plateau.

La vallée de la Maulne au niveau de Marcilly-sur-Maulne et Braye-sur-Maulne montre l'existence de plusieurs accidents entraînant l'affleurement du Cénomaniens puis du Jurassique en fond de thalweg. Ils déterminent les points culminants de la carte : les sables sénoniens sont portés à plus de 120 m d'altitude.

La **moitié nord de la feuille** est bien différente. Elle est traversée d'Est en Ouest par le Loir où les alluvions des différentes terrasses occupent une superficie importante. Ces terrasses quaternaires, souvent bien développées surtout en rive gauche de la vallée, représentent une source recherchée de matériaux siliceux.

A l'extrême Ouest, les sables du Crétacé supérieur (Turonien et Sénonien ?) sont couverts de forêts de part et d'autre du ruisseau des Cartes.

Au Nord apparaît le plateau crayeux turonien et/ou sénonien, qui s'étend du Loir à la Sarthe dans la région mancelle. On n'y observe qu'une mince couverture éocène résiduelle.

Cette moitié nord est, comme la moitié sud, interrompue par un « anticlinal » qui remonte la série jurassique à l'affleurement, à l'Ouest d'Aubigné-Racan, séparant en deux parties le plateau crétacé. Là aussi, la présence d'accidents structuraux est particulièrement nette, prolongeant les accidents reconnus plus au Nord sur la feuille Ecommoy (24).

TRAVAUX ANTÉRIEURS ET CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE

Les levés de la feuille Le Lude, réalisés entre 1981 et 1985, ont été revus en 1989 pour ce qui concerne le Tertiaire, à la suite des découvertes faites sur le périmètre de la feuille Ecommoy, immédiatement au Nord.

Le dessin des contours a bénéficié des enseignements des cartes voisines et plus particulièrement de la feuille Ecommoy où le Tertiaire lacustre a pu être indubitablement daté, alors que les échantillons récoltés sur Le Lude ne l'ont pas permis. Il en est de même des grands traits structuraux qui ont été plus facilement dessinés au Nord que sur Le Lude.

L'utilisation de sondages exécutés avec une tarière portée sur camion s'est avérée indispensable pour prospector les différents terrains, qu'ils soient couverts ou non (142 m forés en 15 sondages). L'interprétation à plus grande profondeur a été réalisée à partir des archives (coupes et échantillons) conservées par le Service géologique national.

DESCRIPTION DES TERRAINS

FORMATIONS SECONDAIRES

Jurassique

Il est représenté par 2 zones d'affleurement, l'une au Nord du Loir, à l'Ouest d'Aubigné-Racan, la seconde plus au Sud, de moindre importance, non cartographiée jusqu'à ce jour, à Marcilly-sur-Maulne. Des fossiles relativement abondants, dont des ammonites et des brachiopodes, montrent que ces deux affleurements sont d'âge voisin bien que les faciès correspondent à des milieux différents, subrécifal au Sud, de plate-forme externe au Nord.

j5a. **Oxfordien moyen, zones à Plicatilis et à Transversarium. Argiles et calcaires d'Aubigné** (20 à 30 mètres). La formation repose, au niveau de la vallée, sur des marnes noires dans lesquelles A. Guillier (18) a recueilli des ammonites pyriteuses plus ou moins oxydées et gypsifiées. Actuellement, seules quelques constructions ferrugineuses sont encore visibles à la surface des labours.

Les argiles et calcaires d'Aubigné ont été reconnus dès 1853 par J. Triquier (26). Elles sont constituées par des alternances de bancs argileux, de marnes et de calcaires fins, micritiques à biomicritiques, de teinte gris bleuté mais à patine claire, parfois bioturbés (galeries de 4 à 10 mm de diamètre appartenant à des *Thalassinoides* et terriers dichotomes d'*Ichnites*). Les bancs sont décimétriques à métriques, les calcaires ont une cassure conchoïdale. Au Sud de la butte des Aigubelles, dans les labours, on devine un pendage en direction de l'Ouest.

En lame mince, le calcaire biomicritique apparaît bioturbé et renferme de petits grains de quartz usés, associés à des débris ligneux et de la pyrite plus ou moins oxydée. Les bioclastes sont des fragments de bivalves recristallisés ou à texture reconnaissable (huîtres, pectinidés), d'échinodermes (oursins, crinoïdes, astéries), d'éponges (monoaxones, rhaxes calcitisés), de serpules libres ou encroûtantes. Quelques restes phosphatés correspondent à des débris squelettiques de poissons. La microfaune est représentée par des ostracodes, des foraminifères (nodosariidés, *Spirillina*, *Nubeculinella*, textulariidés, *Pseudocyclamina*). Des pelletoides anguleux sont visibles, associés à des coprolites arrondis et calibrés.

La macrofaune est abondante mais irrégulièrement répartie. Nous avons recueilli des bivalves [*Gryphaea dilatata*, *G. exaltata*, *G. discoidea*, *Nanogyra nana*, *Modiolus bipartitus*, *Gervillia avialoidea*, *Ctenostreon proboscideum*, *Myonconcha* sp., *Myophorella* sp., *Chlamys* sp., *Pholadomya* (*Pholadomya*) *aequivalis*, *P.* (*Buccardomya*) *proter*], des annélides [*Glomerula godialmis*, *Dorsoserpula lumbricalis*], des brachiopodes [*Acanthorhynchia* (*Echinorhynchia*) *lorioli*, *Dorsoplicathyrus ledonica*, *Monticlairella* sp., *Rhynchonella* cf. *acarus*], des céphalopodes [périsphinctidés, *Dichotomosphinctes* sp., *Larcheria subschilli*, *Taramelliceras* sp.].

Les argiles et calcaires d'Aubigné sont d'âge oxfordien moyen, zone à *Transversarium*, sous-zones à *Parendieri* et à *Schilli*. Toutefois, *Oppel* a recueilli, à la base de la carrière du Four-à-Chaux, *Ochetoceras canaliculatum* et *Perisphinctes martelli*. Ces deux espèces caractérisent le passage *Plicatilis*—*Transversarium*. Il est donc probable que la zone à *Plicatilis* soit également présente mais plus difficile à caractériser car les faciès de la base des argiles et calcaires d'Aubigné qui lui correspondent sont plus argileux et moins fossilifères (25).

j5b. **Oxfordien moyen, zone à *Plicatilis*. Calcaires oolitiques de Marcilly-sur-Maulne** (visibles sur une dizaine de mètres). Ce sont des calcaires massifs, subréféciaux, oolitiques, gris-blanc, visibles uniquement en labour, rive gauche de la Maulne, en contrebas de la ville.

En lame mince on reconnaît un calcaire biomicritique à oolites et oncolites, petits grains de quartz non usés, débris ligneux et pyrite plus ou moins oxydée. Les oolites sont isolées, remaniées, usées irrégulièrement à la périphérie. Leur nucléus est constitué par un pelletotide ou un bioclaste ; le cortex est formé de doublets : une lamine sombre, une lamine claire. Une structure fibroradiée est parfois conservée, mais les lamines concentriques dominent. Les oncolites associent bioclastes, oolites et pelletoides dans une matrice micritique disposée de façon grossièrement concentrique et soulignée par les loges de *Nubeculinella* et les bryozoaires encroûtants. Les grains de quartz, hétérométriques, de la classe des silts, sont corrodés ou non usés, en esquilles ; quelques minéraux lourds résistants les accompagnent (zircon, tourmaline).

La présence de stylolites indique la proximité de faille(s). L'une d'entre elles pourrait être située dans la plaine alluviale et expliquer les différences de cotes entre les relativement importants affleurements de la rive gauche

de la Maulne et ceux très réduits de la rive droite. Les éléments figurés sont enrobés dans une matrice qui fut boueuse.

Les bioclastes recristallisés, à auréole de calcite en croissance syntaxiale, souvent peu reconnaissables, proviennent de tests de bivalves, d'échinodermes (oursins, crinoïdes, astéries), de serpules coloniales ou isolées, d'éponges (rhaxes isolées ou en nucléus d'oolites, calcitisés), de bryozoaires encroûtants, d'algues calcaires représentées par des sporanges de dasycladacées (*Terquemella*), et des filaments de *Cayeuxia* sp. (udotéacée) et d'algues vertes.

Les foraminifères sont fréquents (nodosariidés, *Spirillina*, *Nubeculinella*, *Nautiloculina*, *Trocholina*, textulariidés) mais les ostracodes sont plus rares.

La macrofaune est celle traditionnelle de ces milieux. Les brachiopodes sont représentés par des térébratules (*Dorsoplicathyrus subinsignis*) et des digonelles (*Digonella moeschi*). Des calcaires lités, micritiques, étaient visibles tout au sommet de l'affleurement dans les déblais d'une tranchée. Une petite empreinte d'ammonite non déterminable, la seule du secteur, s'y trouvait. La nature de l'affleurement — quelques débris de plaquettes calcaires beiges — rend difficile toute interprétation : apparition d'une nouvelle formation ou simple variation de faciès à l'intérieur des calcaires subréciaux.

Les calcaires oolitiques de Marcilly-sur-Maulne sont datés, par l'ensemble de la faune, de l'Oxfordien moyen, zone à Plicatilis, bien que *Digonella moeschi* soit, dans certaines régions, connue dans l'Oxfordien supérieur jusqu'à et y compris la zone à Bimammatum.

Crétacé

c1-2a. **Cénomaniens inférieurs à moyens. Sables et graviers de Jumelles, sables du Maine.** La base du Cénomaniens local est représentée par des dépôts de sables et de graviers qui témoignent d'épandages deltaïques sur les marges orientales du Massif armoricain face à la mer transgressive. Aux deux gisements de la feuille Le Lude correspondent deux aspects sensiblement différents de la sédimentation.

c1a. Des **sables rouges à dragées de quartz** affleurent dans la vallée de la Maulne, en rive gauche, de Marcilly à Coutancière. Ce sont des dépôts grossiers identiques à ceux connus en Anjou sous le nom de « sables et graviers de Jumelles » (feuilles à 1/50000 Longué, Baugé, Noyant). Rappelons que ces sables et graviers, azoïques, présentent une stratification oblique fréquente ; l'assemblage des minéraux lourds y montre une forte teneur en silicates d'origine armoricaine, avec prédominance de l'andalousite sur la staurotite et le disthène.

c1-2a. Des **sables rouges ferrugineux** affleurent au Nord de la feuille (à l'Ouest d'Aubigné-Racan). De nombreux bancs lenticulaires de graviers à ciment d'oxyde de fer, les « roussards », se rencontrent vers le sommet de la formation. Il s'agit ici des sables du Maine qui n'ont pas été reconnus au Sud.

Ces deux types de dépôts, dont on n'observe que rarement la superposition dans le cadre de la feuille Le Lude, reposent directement sur le Jurassique. Leur épaisseur, variable, n'excédant pas 8 m, est liée à l'aspect de la topographie de la surface du Jurassique. Ces assises ont été en effet très souvent piégées dans des dépressions karstiques accidentant la surface des calcaires du Jurassique. Ce type de gisement explique la présence de petits placages graveleux accrochés sur le Jurassique, à Marcilly, Braye, aux sommets des buttes de Coulongé où des roussards résiduels ont une grande extension ; aux Roussis, à l'Ouest d'Aubigné-Racan, les sables du Maine semblent accrochés sur le flanc oriental d'une butte calcaire.

A remarquer l'absence de tout dépôt argileux dans ces niveaux du Cénomaniens basai local, soit argiles du Baugeois, soit argiles glauconieuses à minerais de fer.

C2. Cénomaniens moyen-supérieur sableux (10 m). Ces sables, riches en glauconie, (sables glauconieux inférieurs, sables du Perche) sont fins, verts mais souvent rougis par l'altération de la glauconie, bien triés, à quartz émoussés luisants. Les niveaux de graviers en sont toujours absents ainsi que les conglomérats à ciment ferrugineux ; la glauconie est toujours présente. Ils sont aussi localement riches en bioclastes et en petites *Exogyra*. Certains niveaux supérieurs sont consolidés en dalles de grès à glauconie et débris bioclastiques dont la structure noduleuse et contournée évoque une surface durcie.

Dans la Sarthe, les sables du Perche représentent la partie supérieure de la zone à *Acanthoceras jukesbrowni* et la partie inférieure de la zone à *Calycoce- ras naviculare* : Cénomaniens moyen et base du Cénomaniens supérieur. Ils affleurent relativement mal (la base est toujours invisible) dans la vallée de la Maulne et entre Coulangé et Aubigné-Racan où ils sont masqués par les alluvions ou les colluvions alimentées par les sables du Sénonien sus-jacent.

C2b. Cénomaniens supérieur. Marnes à ostracées, sables glauconieux supérieurs (sables de Bousse)

- **Marnes à ostracées.** Puissantes d'une dizaine de mètres, les marnes à ostracées, ou marnes à pycnodontes, se présentent comme une alternance de marnes grises et de bancs sableux glauconieux. Les huîtres *Pycnodonte biauriculata* et *Exogyra colomba* sont toujours extrêmement abondantes à tous les niveaux ; on y trouve aussi *Exogyra flabellata*, *Lopha carinata*, les brachiopodes *Rhynchonella allata* et *Terebratula phaseolina*, des échinodermes, des serpulidés. Les faunes d'ammonites recueillies dans la Sarthe permettent de placer ces marnes à ostracées dans la zone à *Eucalycoceras pentagonum*.

- **Sables de Bousse.** Le retour des apports terrigènes plus abondants à la fin du Cénomaniens, occasionne le dépôt de la formation des sables de Bousse (au Nord de La Flèche). Ce sont des sables verts glauconieux, souvent difficiles à séparer nettement des formations sous-jacentes. Leur épaisseur ne dépasse pas 2 m. On y note la présence fréquente du petit échinide *Catopygus obtusus*.

Les faunes recueillies en Sarthe dans cette assise sont celles de la zone à *Sciponoceras gracile* du Cénomaniens terminal.

Les niveaux marneux supérieurs et les sables de Bousse sont entrecoupés de niveaux gréseux qui sont des surfaces durcies de grande extension régionale. Ces dalles gréseuses, résistantes à l'érosion, sont de bons repères de ces niveaux du Cénomaniens supérieur (affleurements en rive gauche du Loir, en aval du hameau des Halles). Présence de *Catopygus obtusus* dans le petit pointement cénomaniens de La Chandesaiserie.

C3. Turonien. Craie-tuffeau et sables verts supérieurs. Présentes sur toute l'étendue de la feuille, repérables par leur influence topographique (elles dressent des falaises plus ou moins élevées et plus ou moins émoussées, mais la rupture de pente est toujours sensible), faciles à suivre par les caves innombrables qui y sont creusées, les assises du Turonien affleurent néanmoins assez mal. La base de l'étage est presque toujours masquée, au pied de la falaise, par des éboulis ou par des alluvions, et le sommet est presque toujours recouvert par des sables du Sénonien qui ont glissé. Les affleurements sont souvent de taille réduite, limités à une falaise de peu d'ampleur, au long des vallées et, sur les plateaux, à des trous de caves préalablement percés au travers des sables sénoniens. Deux falaises sont néanmoins accessibles : à l'Est de Vaas (La Perrière, Les Bas-Mortiers), au Nord du Lude (Les Rosiers, La Grifférie).

La base de l'étage n'est pas affleurante ; la craie glauconieuse et la craie marneuse à *Inoceramus labiatus* sont inconnues sur l'étendue de la carte.

La craie-tuffeau, qui forme l'essentiel des affleurements, est une biomicrite blanche et compacte vers le bas, jaune et friable vers le haut, plus ou moins riche en éléments détritiques (muscovite, silt quartzeux) ; elle gît en bancs épais parfois entrecoupés de minces lits de marnes grises. Le tuffeau présente quelques bancs, sensiblement au milieu de l'étage, à gros rognons de silex noirs et compacts. Au-dessus, il se charge en silex branchus, légers, d'aspect poreux où se trouvent concentrés les éléments terrigènes, des spicules d'éponges et des grains de glauconie. Le tuffeau atteint 25 m d'épaisseur au Nord du Lude. Sur la rive droite du Loir, la craie-tuffeau appartient essentiellement au Turonien inférieur (25).

La partie supérieure du Turonien est marquée par le retour d'une sédimentation terrigène dont les apports n'ont d'ailleurs jamais été totalement absents des assises carbonatées sous-jacentes. Le faciès le plus répandu est celui de sables grossiers, bioclastiques : ce sont les faluns de Continvoir (feuille Noyant). Leur épaisseur atteint 5 m. Ils sont affleurants au long de la vallée du ruisseau des Cartes. Parfois affleurent, au sommet du Turonien (au Nord de la Sarthe), 1 m de sables micacés et glauconieux très verts (sables verts supérieurs).

On peut donc noter une tendance à la régression tout au long du Turonien.

Les niveaux supérieurs du Turonien crayeux à silex sont souvent décalcifiés. Il s'édifie alors un niveau d'altération argilo-sableux à silex qui se mêle aux sables supérieurs turoniens et aux sables sénoniens, eux aussi riches en silex, toujours plus ou moins glissés sur les pentes et qui ont entraîné dans

leur glissement des concrétions gréseuses éocènes (grès lustrés et «perrons»). Il en résulte, sur les plateaux, au revers de la falaise du tuffeau turonien, le gisement d'une formation complexe sableuse à concrétions silicifiées, où se mêlent donc des résidus du tuffeau, des sables turoniens et sénoniens plus ou moins glissés et des grès éocènes. Cette formation, facile à reconnaître, très fréquente, n'a pas été toujours cartographiée pour ne pas privilégier altérations et glissements aux dépens de la structure réelle de la région.

C4. Sénonien. Sables à silex et spongiaires. La sédimentation détritique, établie dès le Turonien supérieur, se poursuit sans discontinuité tout au long du Sénonien. La provenance de ce matériel terrigène est évidemment le proche continent armoricain. Le faciès crayeux est toujours absent.

Ces sables sont quartzeux, jaunes à rouille et grossiers à la base, parfois entrecoupés de minces lits d'argile rouge, blancs et très fins vers le sommet. Des silex branchus, poreux, légers, riches en spicules d'éponges, très abondants (jusqu'à 50 % de l'ensemble) sont présents à tous les niveaux. La puissance de l'étage atteint 20 m.

Des spongiaires siliceux sont toujours présents dont *Siphonia pyriformis*, *Jerea pyriformis*, *Astrocladia ramosa*. On y connaît aussi des huîtres (*Ostrea plicifera*, *O. vesicularia*) et des brachiopodes (*Rhynchonella vespertilio*), silicifiés et fragiles.

Rappelons que ces formations de sables à silex et à spongiaires glissent facilement sur les pentes. La base de l'étage est rarement repérable en place sur le terrain.

FORMATIONS TERTIAIRES

Paléogène

Re. Éocène inférieur résiduel. Blocs de conglomérats polygéniques, grès lustrés, argile sableuse sur le Crétacé (0,5 à 2 m environ). Ces formations résiduelles sont essentiellement constituées de placages minces à très minces de grès silicifiés, de blocs de conglomérats polygéniques que l'on rencontre souvent épars dans les champs. Il subsiste parfois une gangue argilo-sableuse beige à rougeâtre qui emballe ces blocs. Ces éléments se rencontrent le plus souvent dans les forêts qui couronnent les reliefs et peuvent être observés, à l'occasion du creusement de layons ou d'implantation de sondages, à une altitude supérieure ou égale à 100 m au Nord de la feuille, et entre 80 et 90 m dans la partie nord-ouest. C'est le résultat d'un démantèlement dont il ne reste pratiquement que les éléments les plus indurés par silicification. Aucun élément n'a permis de préciser l'âge de ces sédiments détritiques, mais la présence des éléments indurés (grès lustrés, conglomérats ou « perrons ») permet de rattacher ces formations à l'Éocène inférieur.

e. **Éocène d'origine continentale (Sparnacien ? à Bartonien?). Argiles, silts, sables, grès, conglomérats** (quelques mètres à 10 m). Cette formation d'origine continentale est représentée sous des faciès relativement variés, dus à l'hétérogénéité du matériel d'origine : sable plus ou moins argileux, grès lustrés, silex, conglomérat. Les constituants de cette roche ont toujours subi un transport plus ou moins important, généralement assez faible, et proviennent de la transformation du substratum le plus souvent crétacé, mais parfois jurassique ou plus ancien. Ce matériel est la plupart du temps identique à celui rencontré en même position dans la partie sud-ouest du bassin de Paris, à quelques variantes près.

- **Faciès argilo-sableux** : ce sont des argiles plastiques à silteuses. Ce faciès éocène est le plus répandu. En affleurement, on l'observe à l'occasion de nettoyage des fossés, dans les fondations de maison ou pylones, etc., car il est souvent recouvert de formations sableuses très fines et superficielles peu épaisses (0,20 à 0,50 m). En sondage, par contre, il apparaît d'une manière plus nette.

Dans la région de Braye-sur-Maulne, à La Futaie, on observe 5 m d'argile plastique, ocre, grise, et quelques lentilles rouges avec des débris de silex la plupart du temps roulés. Ces débris comportent parfois des traces d'organismes comme des tiges et spicules d'éponge, très roulés ou brisés, également des débris de grès rougeâtre roulés. Ces argiles, dont l'épaisseur varie de 1 à 6 m, reposent généralement sur des sables marins verdâtres du Sénonien, ou sur les formations argilo-siliceuses de décalcification appartenant au Crétacé supérieur.

- **Argiles kaoliniques** : ces argiles sont parfois plus blanchâtres, comme par exemple dans l'ancienne carrière de La Grollerie (commune de Chenu) dans laquelle ont été exploités les sables du Sénonien sur lesquels reposent 4 à 5 m d'argile blanche éocène surmontée de calcaires lacustres. Elles sont essentiellement constituées de kaolinite (9/10) et d'illite (1/10).

Un autre échantillon, prélevé dans le thalweg de la Maulne au Sud-Est de Braye-sur-Maulne, a une composition un peu différente mais avec toujours une dominante de kaolinite : 5/10 de kaolinite, 3/10 de montmorillonite, 1/10 d'interstratifiés et 1/10 d'illite.

Ce faciès rappelle en tous points le faciès « terre à carreaux » exploité dans les mêmes niveaux sur la feuille Château-Renault.

- **Grès indurés, quartzifiés, dits « grès à Sabalites »** (0,50 à 2 m). Ils ne se rencontrent que rarement en place. Par contre, ils jonchent très souvent les flancs de thalwegs ou sont subaffleurants sur les plateaux dont ils ont constitué l'ossature, comme par exemple sur les reliefs qui dominent le Loir au Nord-Est de la ville du Lude (bois de Navilley, bois de Cherbon) ou au Sud de La Chapelle-aux-Choux dans le bois d'Amenon. Ces grès sont brun rousseâtre, luisants, très indurés.

En lame mince, cette roche apparaît comme un quartzite à texture jointive, grainstone. Sa structure est souvent homogène et elle est constituée de quartz, parfois à tendance bimodale hétérométrique (75 à 1 mm et 250 à 500 μ), subarrondis, et contient des minéraux lourds fréquents : zircon, tourmaline. La cimentation s'est effectuée par autigenèse avec quartzification complète. On note aussi parfois la présence probable d'anciens feldspaths. Les

micas sont rares. La texture est jointive et on note parfois l'influence de deux agents de transports probables.

Ces sédiments sont de types alluviaux et apparaissent comme l'évolution caractéristique de milieu insaturé subaérien (influence de tensions superficielles). C'est une sédimentation continentale à influence vadose typique.

On note parfois une structure avec dépôts en lits, bioturbation et remplissage de cavité.

Diagenèse : Les quartz paraissent fracturés et ferruginisés par autigenèse, les feldspaths sont rares. La matrice est totalement constituée de silice microcristalline. On note un remplissage de type karstique à l'échelle des microstructures. Cette origine diverse apparaît liée à la provenance du matériel remis en mouvement avant la silicification par circulation aqueuse.

• **Conglomérat polygénique ou silexite.** C'est une roche très dure composée d'un amas de silex souvent colorés et cimentés par de la silice.

Cette roche est constituée de quartz microcristallin calcédonieux. Sa texture est variable, de wackstone à arénorudite. Sa structure, souvent anarchique, est également bioturbée. Ses constituants sont les suivants :

—biophasse : spicules de spongiaire siliceux, débris de macrofaune silicifiée (lamellibranches, échinides, bryozoaires), débris de polypiers et fragments phosphatés, ainsi que des débris de spicules de spongiaires libres ;

—quartz très hétérométriques (inférieur ou égal à 1 mm), subarrondis à sub-automorphes ; les feldspaths sont rares, les minéraux lourds fréquents (zircon, tourmaline) ;

—on observe des lithoclastes à patine brune : fragments arrondis de chailles formés de spicules d'éponge (spongolites) et de très rares foraminifères : rotaliformes et lenticulines.

Diagenèse : Les chailles proviennent de plate-forme externe remaniée ; dans un second stade, silicification du grès par le quartz microcristallin plus ou moins calcédonieux. Le milieu d'origine paraît bien être circalittoral proximal.

e6-g3. **Éocène à Oligocène (Bartonien à Stampien ?). Formation laguno-lacustre beige à verte** (10 à 13 m). Nous n'avons pu dater cette formation malgré une recherche systématique d'oogones de characées : c'est la raison

pour laquelle nous avons préféré l'utilisation de la notation élargie qui souligne la différence de conception avec la feuille voisine Noyant, au Sud. Une partie de cette formation a un âge sensiblement équivalent à celui des calcaires argileux lacustres explorés, sur la feuille voisine Ecommoy, dans le graben d'effondrement de la région de Mansigné (25).

En effet, c'est une étude des sédiments prélevés dans un sondage au Nord de Mansigné (24), qui nous a permis de préciser un âge bartonien terminal grâce à la découverte des characées suivantes : *Psilochara polita*, *Chara antenna*, *Chara futeli stricta*, *Gyrogona morelleti*, *Tolypella* sp. (détermination J. Riveline).

Mais cet âge peut remonter à l'Oligocène, comme il a été montré sur la feuille Noyant et sur d'autres feuilles plus à l'Ouest (13, 14).

Les calcaires rencontrés sur la feuille Le Lude occupent une place plus importante que sur la feuille voisine Ecommoy. Cette formation affleure dans la moitié sud de la feuille sous forme de petits bassins :

—au Sud-Est, le bassin de Villiers-Aubouin fait l'objet d'une exploitation intensive pour la cimenterie ;

—au Nord-Est, un autre petit bassin apparaît à flanc de coteau au Nord du bourg de Saint-Germain-d'Arcé ;

—au Sud-Ouest, le grand bassin de Lasse—Genneteil—Dénezé occupe un quart de la superficie de la feuille. L'épaisseur de la formation lacustre, variable, peut atteindre 28 m (laiterie de Villiers-Aubouin) (tabl.1).

Nous avons distingué cartographiquement plusieurs faciès au sein de cette formation.

- **Marnes dominantes** (e6-g3[1]). Constitués de calcaire tendre blanc, beige, de calcaires crayeux blancs, gris ou verts, ces faciès peuvent avoir jusqu'à 10 m d'épaisseur, présentant seulement des variations de couleur.

Au microscope, ces calcaires d'aspect concrétionné ou saccharoïde, parfois faiblement gréseux, vacuolaires, renferment très souvent de nombreux prismes de *Microcodium* recristallisés, des empreintes végétales de racines, des traces de lamellibranches et de gastéropodes à test mince et d'aspect «frais», et également de la limonite.

Ils contiennent souvent de la dolomie cristalline, et la couleur verte parfois observée semble liée à la présence d'argilites. On note également la présence de petites passées d'argile noire.

- **Calcaire induré dominant** (e6-g3[2]). La texture est du type mudstone à wackestone et la structure est fenestrée, bioturbée, vermiculée, suggérant souvent un support algaire (cyanophycées). Les constituants sont variables et comprennent :

—des gastéropodes du genre hydrobie ;

—quelques débris d'ostracodes ;

—de nombreux prismes de *Microcodium*, parfois disposés en épis, bien conservés comme à Savigné-sous-le-Lude (feuille Noyant) ;

—de rares quartz silteux, épars, parfois localement concentrés (100-300 μ).

L'étude de la diagenèse montre une cristallisation assez hétérogranulaire, de type microsparitique, avec dissolution des coquilles de gastéropodes existants. On observe une opale tardive dans la porosité. Le développement de la cimentation de sparite, parfois en « dents de chien », autour des cavités est de plus en plus fréquente à mesure que l'évolution diagenétique devient prépondérante, ce faciès calcaire devenant de plus en plus induré et silicifié et aboutissant au terme ultime du faciès meulière.

- **Calcaire lacustre meulièrement** (e6-g3[3]). Ces faciès ont été aussi bien rencontrés en affleurement qu'en pierre volante dans les champs, résistant bien à l'érosion en raison de leur extrême dureté et de leur silicification. En affleurement, les points les plus caractéristiques se situent à l'Ouest de la feuille, près de La Croix-du-Parnay, en carrière au Nord de Savigné, dans la vallée de la Maronne. Nous avons cartographié ces terrains meulièrement qui représentent en réalité un type « caliche », c'est-à-dire un matériau ayant subi une altération postérieure à son dépôt (26).

Tableau 1. — Épaisseur des différents niveaux déduites des résultats de sondages à la carrière B 30.

Communes	Savigné	Savigné	Les Cartes	Les Cartes	Lasse	Lasse	Genneteil	Dénezé	Noyant	Meigné	Meigné	Meigné	Meigné	Broc	Braye-s/Maulne
N° Code minier	1.32	1.33	1.34	1.35	5.18	5.19	5.20	6.15	6.16	7.27	7.28	7.506	7.507	7	8.9
Quaternaire		X	X							X	X		X		X
Miocène	m3					X									
	m2				1,5					0,7					
	m1				7,9	X			X	3,5	0,5	X	0,7		
Éocène/Oligocène lacustre e6-g3	X	5,5	3,8		18,5	11	X	X	1,4	11	4,5	2,2	6,5		
			5		15,5		3	13,8		13,5	3	8			
Éocène continental e	3,2			X			3							X	0,5
Argile à silex							5 8							5	2 5
Sénonien C4	4 11	7 8		0,2 14										8 10,5	

X : niveau de départ du sondage

--- : niveau d'arrêt du sondage

11 : profondeur des différentes limites

☐ lacune

Dans la région de Château-la-Vallière, la roche est caractérisée par sa structure présentant des fentes de retrait, une structure bréchiqque, des grumeaux en « dents de chien » bien marqués, et de nombreuses vacuoles dans lesquelles on reconnaît les étapes intermédiaires d'évolution de la roche : pigmentation correspondant à des fantômes de ciments drusiques isopamiques. On reconnaît parfois les structures cunéiformes de l'ancien calcaire mudstone, une silicification en nuages par l'opale, une cimentation par quartz fibreux de type calcédonieux.

Plus au Nord, cette meulière est constituée de silice microcristalline et fibreuse et de calcite en microcristaux se présentant soit comme résidu micritique (avec traces d'organismes), soit comme une microsparite en cristaux lancéolés mimant la calcédoine. Elle se présente également comme une brèche de silixite à matrice de micrite algaire, la taille des éléments pouvant être centimétrique.

Au Nord-Ouest et au Nord-Est de Dénézé-sous-le-Lude, un calcaire beige présente des structures fenestrées et bioturbées, vermiculées et cunéiformes, suggérant un support algaire.

En résumé, la roche est caractérisée par sa structure à fentes de retrait, la présence de grumeaux et de sparite en « dents de chien ».

Ces différents faciès correspondent à un environnement de dépôt lacustre qui fait transition entre deux épisodes marins, l'un à la base, correspondant aux derniers dépôts marins du Crétacé supérieur suivis d'une phase d'émerision et d'érosion, l'autre plus récent, correspondant à la période Néogène.

Néogène

m1. Miocène inférieur laguno-marin. Argiles vertes ou blanches à bryozoaires, localement à miches calcaires, (8 à 11 mètres) (*Aquitaniensupérieur—Burdigalien inférieur*). Cette formation a souvent un faciès identique à la partie argilo-calcaire de la formation précédente, ce qui explique qu'elle a, jusqu'à la fin des années 1970, été confondue avec les formations lacustres sous-jacentes (15). En effet, cette formation d'argile calcaire blanche, verte ou brune, se distingue de la précédente principalement par la présence de témoins de dépôts marins (bryozoaires fréquents), souvent mélangés à des restes organiques déposés en milieu laguno-lacustre.

Cette marne blanche, d'aspect crayeux plus ou moins gréseux ou finement saccharoïde, présente quelques fois de rares traces de glauconie ; on observe également du calcaire spathique, agrégé en épis ou en fuseau, donnant cet aspect saccharoïde, et des grains d'argilite verte. La base de la formation est plus riche en débris libéro-ligneux.

La microfaune est presque toujours absente de ces échantillons ; l'élément caractéristique est la présence de bryozoaires et de bivalves roulés. Cependant, quelques *Rotalia* sp. accompagnent les bryozoaires d'aspect blanchâtre. On note également la présence de quelques éléments d'origine laguno-lacustre : rares fragments de characées, empreintes végétales, *Microcodium*.

Les marnes blanches ou vertes contiennent parfois, avec les bryozoaires, de rares bivalves frais (lacustres ou lagunaires). On note également des tra-

ces de remaniement de biophase silicifiée à cachet crétacé. La glauconie de remplissage de test est fréquente.

Dans les marnes beiges et les argilites vertes, la biophase semble plus riche : bryozoaires, échinides (*Echinocyamus lebescontei*), petits silex, présence ou absence de glauconie de remplissage.

P. Charrier (2) schématise cette unité, qu'il appelle « unité sous-jacente », par la présence d'argiles noires, de sables et de marnes à huîtres. Cet ensemble à bryozoaires roulés, apparaît moins détritique que plus au Sud, sur la feuille Noyant-sous-le-Lude, où l'environnement côtier semble plus net, bien que les bioclastes soient moins roulés.

Son épaisseur, difficile à évaluer, n'a pu être définie qu'en sondage :

- 11 m sous la carrière de Pont-Brault et à La Buttes (commune de Lasse) ;
- 4 à 6 m à La Heurière, à l'Est de Noyant ;
- 8 m aux Beuces.

Les affleurements se situent toujours au sein des petits bassins lacustres éocènes-oligocènes.

L'âge de cette formation a été établi par la découverte de petits mammifères récoltés dans les marnes de cette unité, immédiatement au Sud de la feuille, sur la commune de Noyant-sous-le-Lude (2, 15, 16).

P. Charrier situe les argiles noires de cette unité dans le Miocène inférieur par l'étude palynologique (5), et dans l'Aquitainien (?) ou Burdigalien inférieur par l'étude des ostracodes (2).

J. Riveline précise, avec l'existence des characées *Rantzieniella nitida* et *Stephanochare berdotensis*, un âge aquitainien.

Enfin, A. Collier et J. Huin (8) citent à la carrière des Beillaux (commune de Savigné-sur-Lathan), dans des sables fluviatiles correspondant à l'« unité sous-jacente », une faune homogène qui, par l'abondance des restes de *Brachyodus onoideus*, représente un horizon ancien du Burdigalien. Ils mettent ces gisements en parallèle avec les sables et marnes de l'Orléanais du gisement de Neuville-aux-Bois.

L. Ginsburg et P. Janvier (15) citent, dans la carrière de La Brosse (commune de Meigné-le-Vicomte), une faune mixte de mammifères associée avec des sélaciens et concluent à une alimentation fluviatile des assises de falun par les formations burdigaliennes.

En résumé, nous considérons que ces argiles noires de la partie inférieure de « l'unité sous-jacente » appartiennent à la limite Aquitainien—Burdigalien, les marnes à huîtres de cette même unité étant d'âge burdigalien inférieur franc (tabl. 2).

Les niveaux sableux ou argilo-sableux signalés sur la feuille Noyant sont plus discrets ici. Par contre, les niveaux notés m1a sur la feuille Noyant et représentant des argiles vertes ou blanches à miches calcaires, ont été observées à l'Est, dans la carrière des Beuces (commune de Meigné-le-Vicomte).

		Etages terrestres	Zones mammaliennes	Datation millions d'années	Etages marins	(Anciennes appellations)	
M I O C È N E	supérieur	Turolien	MN13	5	Transgression	(Redonien)	
			MN12	6,3	Messinien		
			MN11		Tortonien	(Pontien)	
		Vallésien	MN10		m3? ?		
			MN9	12,5	Transgression		
		moyen	Astaracien	MN8		Serravallien	(Tortonien)
	MN7				m2		
	MN6			15,4	Langhien	(Helvétien)	
	inférieur	Orléanien	MN5		Transgression		
			MN4	16,5	Burdigalien	Burdigalien	
			MN3		m1		
		Agénien	MN2	22,6	Transgression		
	MN1		24	Aquitanien	Aquitanien		

////// Age présumé des transgressions miocènes des faluns de la feuille Le Lude

TABLEAU 2 - Stratigraphie du Miocène.
D'après Ginsburg et Mornand (1986)

m2. **Miocène moyen marin. Falun riche en bryozoaires et sables fins riches en débris de mollusques** (épaisseur maximum 6 à 8 m) (*Burdigalien ?—Langhien*). Sous le terme de falun sont regroupés plusieurs faciès qui ont pour dénominateur commun la présence de sables fins, moyens, grossiers, conglomératiques, localement riches en organismes (bivalves ou bryozoaires), à interstratifications argilo-calcaires ou à dominante de « boues calcaires ».

Ces faluns, qui ont une épaisseur moyenne de 3 à 4 m à l'Ouest de Denezé-sous-le-Lude, atteignent 6 à 8 m au Sud des Mauvrières (commune de Marcilly-sur-Maulne). L'épaisseur très variable est due à la mise en place, correspondant à l'avancée de la mer falunienne (depuis le NNW) qui a comblé un paléorelief creusé dans les calcaires tendres lacustres éocènes à oligocènes et déjà partiellement comblé par les formations laguno-marines (m1) examinées ci-dessus. P. Charrier et N. Palbras (5) ont démontré, par une étude sismique, que le plancher des faluns était entaillé de paléovallées.

La coupe-type de ces faluns est bien schématisée par P. Charrier (2) : cet ensemble, ou « unité inférieure », comprend plusieurs faciès qui se mêlent ou se superposent (4). Le faciès *pontilévien* est constitué de sables fins à intercalations argilo-calcaires pouvant être riches en débris coquilliers ; le faciès *savignéen* est caractérisé par une accumulation importante de débris de bryozoaires dans une boue calcaire et il existe également d'autres faciès sableux plus grossiers ou conglomératiques.

Dans la carrière de Pont-Brault (commune de Lasse), un sondage implanté au mur a montré l'existence de 2,40 m de sable fin peu argileux à débris de coquilles (faciès pontilévien) reposant sur des argiles calcaires noires (m1). Le front de taille de la carrière montre, sur 4m d'épaisseur, une alternance de sables fins à moyens à bryozoaires fins ou plus grossiers (faciès savignéen), des moules internes de gastéropodes et des passées plus grossières à *Ostrea*, *Pecten* et grosses coquilles brisées d'autres lamellibranches.

Dans la carrière de Civray (commune de Meigné-le-Vicomte), la succession est la suivante, de bas en haut, au-dessus de la dalle de calcaire beige lacustre :

- 0,45 m d'argile verte à brune à débris de bryozoaires, représentant la partie supérieure de m1 ;
- 0,25 m de lamines argilo-calcaires blanchâtres, représentant le faciès pontilévien (m2) ;
- 0,80 m de conglomérat coquillier, gris à roussâtre ;
- 4,20 m de falun savignéen plus ou moins grossier, contenant de grosses coquilles de lamellibranches (*Cardita*, *Arca*, *Corbula*). On observe une stratification entrecroisée avec des sets atteignant 15 à 20°, contenant la faune caractéristique de bryozoaires, éponges, gastéropodes.

Dans l'ancienne carrière de La Beurelière, citée par les principaux auteurs ayant étudié les faluns (1), on ne peut plus observer ce matériau en raison des comblements.

L'âge de ces faluns est miocène inférieur (?) à moyen. Cette attribution s'avère toutefois bien délicate. Pour P. Charrier et G. Carbonnel (2), la comparaison de la faune d'ostracodes avec celle du bassin d'Aquitaine ou du bassin rhodanien permet d'attribuer un âge qui oscille entre le Burdigalien et la limite Burdigalien/post-Burdigalien pour le faciès savignéen, tout en excluant toutefois un âge miocène supérieur. Ils citent la présence d'ostracodes qui démontrent le caractère transgressif de la sédimentation du faciès pontilévien par la présence d'une association très diversifiée, alors que le faciès savignéen, toujours marin mais de faune appauvrie (ostracodes), traduit une tendance régressive.

L. Ginsburg et J. Mornand (15) soulignent parfaitement le problème posé par l'échelle biostratigraphique actuellement adoptée pour le Néogène européen, basée sur l'évolution des mammifères et précise pour les terrains continentaux, mais qui ne coïncide pas toujours avec les coupures des séquences marines. Ils attribuent au Langhien (base du Miocène moyen), la transgression qui a mis en place les faluns de type pontilévien, en particulier, celui cité ci-dessus à la carrière de La Beurelière. Ils excluent, dans la région du Lude et de Noyant-sous-le-Lude, la présence de Serravallien qui correspond à la seconde transgression : celle-ci venant de l'Ouest n'atteint que les parties les plus basses de la côte précédente (région de Doué-la-Fontaine) (tabl. 1).

m3. Miocène supérieur marin. Sables coquilliers (faciès à Arca) (quelques mètres) (*Tortonien* ?). Ce faciès sableux biodétritique grossier repose sur le précédent par l'intermédiaire d'une surface durcie qui souligne l'arrêt de sédimentation au toit de m2.

Cette unité est caractérisée par un sable grossier à graveleux, très souvent riche en *Arca turonica*. Les affleurements sont beaucoup plus restreints que ceux de m2.

L'épaisseur à la carrière de La Mercerie (commune de Chigné) atteint 1,80 m à 2,40 m, à La Beurelière (commune de Genneteil) 1,50 m et dans la carrière de Pont-Brault (commune de Lasse) 1,20 m où il était possible récemment de récolter de belles coquilles d'*Arca* sur le front de taille.

L'âge de cette formation est par contre moins bien défini que dans les unités précédentes : A. Lauriat-Rage (20) cite à La Beurelière, dans les niveaux qui correspondent à m3, *Chlamys varia*, *Glans aculeata*, *Astarte obliqua striatula*, *A. omalii scalaris*, sous-espèce du Redonien. O. Couffon (9) cite *Glycymeris glycymeris* l.s. dans la carrière de Breil-de-Foin : cette espèce est fréquente au Pliocène. Sans envisager un âge pliocène pour ces faciès à *Arca*, un âge miocène supérieur est plausible. Il faut cependant rappeler que L. Ginsburg et J. Mornand (15) arrêtent, à Doué-la-Fontaine, la transgression falunienne du Miocène supérieur qu'ils considèrent avoir les mêmes rivages que la transgression du Serravallien (tabl. 1).

FORMATIONS QUATERNAIRES

La superficie des alluvions du Loir occupe environ 1/5 de la feuille. Ces alluvions, relativement abondantes, sont bien différenciées. Plusieurs niveaux de terrasses alluviales ont été reconnus : ils sont regroupés en quatre grandes unités, les alluvions modernes intéressants non seulement le Loir mais également ses petits affluents.

Fw. Alluvions anciennes. Hautes terrasses : niveau 45 à 60 m. Ces hautes terrasses couvrent de vastes superficies, mais sont dans leur majeure partie dépourvues d'intérêt, car peu épaisses : elles se situent particulièrement sur la rive gauche du Loir. Leur épaisseur, très irrégulière, est le plus souvent inférieure à 1 m (6) mais peut localement atteindre 5 m, comme par exemple à l'Est de La Perraudière, ou bien près de La Rochette à l'Ouest du CD 307. Le gravier est constitué de silex roulés et brisés, assez bien triés, gris à rougeâtres dans une gangue d'argile rouge à brune et gris-bleu, souvent sableuse. Leur épaisseur irrégulière est souvent liée au fait que ces alluvions comblent un paléorelief. L'épaisseur de la découverte est généralement de l'ordre de 1 à 2 m.

Fx. Alluvions anciennes. Moyennes terrasses : niveau 15 à 25 m. Elles se rencontrent principalement sur la rive gauche du Loir entre Thorée-les-Pins et La Chapelle-aux-Choux. A l'Est de ce bourg, ces niveaux occupent les deux rives du Loir. Ils offrent une plus grande régularité dans l'épaisseur des dépôts, et les épaisseurs de gravier (6) oscillent entre 2 et 3,80 m. Tout comme pour Fw, la qualité du matériau est bonne ; il est constitué de gravier de silex bien trié, argileux, et de passées sableuses. Par contre, la découverte est souvent plus importante et peut atteindre 1,40 m.

Fy. Alluvions anciennes. Basses terrasses : niveau 5 à 10 m. La superficie occupée par ces terrasses est sensiblement la même que celle occupée par les hautes terrasses. Par contre, l'épaisseur est souvent plus régulière (3 à 4 m) et la découverte assez faible, comprise entre 0,20 et 0,60 m. La qualité du matériau est plus intéressante avec un gravier propre constitué de 70 à 90 % de silex (5 cm en moyenne) et la partie restante de 30 à 50 % de sable (6) : c'est le niveau le plus exploité dans cette partie de la vallée du Loir.

Fz. Alluvions fluviales modernes. Argiles, sables et graviers. Dans la *vallée du Loir*, ces alluvions ont une épaisseur et une composition très irrégulière : entre 3 et 4 m. Ce gravier de silex est souvent subaffleurant sous une mince couche de limon noir micacé (0,20 à 0,50 m de découverte). Les exploitations sont quasi inexistantes en raison de la fréquence des inondations hivernales dues à la remontée des eaux chaque année. Nous avons distingué cartographiquement les anciens lits du Loir, aussi bien sur les matériaux Fz que Fy.

Dans *tous les ruisseaux qui alimentent le Loir*, l'épaisseur de ce niveau Fz est notablement réduit, de l'ordre de 1 à 2 m. Il est constitué le plus souvent de dépôts colluvionnés et repris par les rivières. On y observe notamment une dominante de sables gris-brun, d'argile et de rares silex brisés, en raison de la prédominance des matériaux traversés. Dans la partie supérieure de la Marconne, nous avons signalé des **formations tourbeuses** (FzT) qui dépassent souvent l'épaisseur de 1 m. Ainsi à La Boissière et au Perret (commune

de Dénézé-sous-le-Lude) cette épaisseur atteint 2 à 3 m (observation lors de curetage pendant l'hiver 1984-1985).

Cc. Colluvions de pente alimentées par les sables du Crétacé supérieur.

Ces accumulations le long des pentes sont fréquentes car le Turonien supérieur et le Sénonien, essentiellement sableux, s'étalent fréquemment sur les versants des plateaux, notamment au Nord-Est de la feuille de part et d'autre de la vallée du Loir et à La Chapelle-aux-Choux. Il est souvent difficile de distinguer ces sables colluvionnés, des sables de la formation en place qui recouvre la partie supérieure de ces plateaux. Ces niveaux masquent toujours le substratum.

Ce. Colluvions de pente alimentées par les argiles sableuses, grès et conglomérats de l'Éocène (épaisseur : 1 à 2 m maximum). Ces colluvionnements sont reconnaissables dans la mesure où les débris caractéristiques de l'Éocène sont apparents, notamment les niveaux de grès ladère et les niveaux de conglomérats ou « perrons » qui s'étalent sur les pentes après leur démantèlement et subsistent à un niveau altimétrique inférieur à celui du toit des plateaux.

Un bel exemple est visible au Nord-Est du bois de la Fragerie (La Chapelle-aux-Choux) ainsi qu'au Sud de Coulongé. Ces dépôts superficiels se distinguent également des précédents par une couleur plus rougeâtre des sédiments.

CF. Colluvions de bas de pente alimentées par les formations marneuses ou sableuses (1 à 2 m). Ces colluvions s'accumulent généralement en fond de thalweg. On y rencontre aussi bien des éléments fins (sables, marnes, argile calcaire) que grossier et graveleux avec débris de meulière ou de grès ladère.

LP. Limon des plateaux. Ce sont des **sables fins argileux** (LPs), blanchâtres à rougeâtres, que l'on rencontre fréquemment en placages plus ou moins épais (0,20 à 1,50 m) sur les plateaux occupés par les dépôts néogènes sableux (faluns, sables coquilliers, etc.). Aucun élément ne permet de rattacher ces formations résiduelles à des dépôts sableux mio-pliocènes connus plus à l'Ouest sous l'appellation de « sables roux ».

Une formation de **silex brisés, argile et sable** (LPx) a été individualisée dans la partie Sud et Sud-Est de la feuille, dans la basse forêt de Château-la-Vallière, et en placage au Nord de Dénézé-sous-le-Lude. La présence d'éléments figurés dans ces sables vient du fait que leur origine est à rechercher dans la formation éocène à silex. Son épaisseur est voisine de 1,50 m au Sud de Château-la-Vallière et aux alentours de 0,50 m au Nord de Dénézé où ces épandages soulignent l'anticlinal de la forêt de Bareilles.

X. Remblais. Ces zones concernent essentiellement les talus, parfois importants, le long de la voie ferrée de Château-la-Vallière vers le Nord et vers l'Ouest.

CONDITIONS DE FORMATION DES ENTITÉS GÉOLOGIQUES

Au *Jurassique supérieur* (Oxfordien moyen, zones à Plicatilis et Transversarium), les faciès et la faune observés (argiles et calcaires d'Aubigné) caractérisent un milieu calme à l'abri de l'action de la houle, subtidal, sur une plate-forme carbonatée. La présence des ammonites indique que le milieu est ouvert aux influences du large, les débris ligneux abondants soulignant la proximité des terres émergées.

Au-dessus, les calcaires boueux (calcaires oolitiques de Marcilly-sur-Maulne), enrichis en oolites et oncolites, se rattachent aux faciès coralliens régionaux. Ils correspondent à un milieu abrité, épisodiquement agité, d'arrière-barrière oolitique ou d'arrière-construction coralligène. Ce milieu est peu favorable aux ammonites. La présence d'une empreinte dans les calcaires en plaquettes situés au sommet de l'affleurement est un argument en faveur d'un changement de milieu et de l'apparition d'une nouvelle formation.

Aucun témoin ne subsiste ensuite, avant les premiers dépôts du Crétacé.

Au *Cénomaniens inférieur à moyen*, les niveaux de sables et graviers de la Maulne présentent des structures sédimentaires et une forte hétérométrie. Cette hétérométrie et la faible usure des quartz de la fraction sableuse s'accordent avec la mise en place, dans un milieu littoral ou pré-littoral, d'un matériau fluviatile d'origine armoricaine (22).

Les niveaux de sable jaune ferrugineux plus au Nord (environs d'Aubigné-Racan) sont d'origine deltaïque, soumis à des courants estuariens ; le matériel sableux, issu du Bas-Maine et de son arrière-pays, transporté d'Ouest en Est par des cours d'eau, s'accumule en une frange détritique très littorale (19).

Au *Cénomaniens moyen*, le dépôt des sables du Perche (19, 23) provient du socle armoricain émergé et érodé, avec une contribution plus importante du Sud du Massif armoricain (présence de staurotide en quantité égale à l'andalousite). Les sables du Perche représentent un vaste cône détritique s'appuyant sur la marge armoricaine.

Au *Cénomaniens supérieur*, le dépôt de marnes à ostracées traduit une phase de sédimentation argileuse (smectite) et carbonatée dans un milieu marin calme, mais les apports terrigènes fins sont toujours présents.

Au *Turonien*, on note une tendance généralisée à la régression. Les apports terrigènes, toujours présents, s'amplifient au Turonien supérieur avec la prédominance des sables grossiers bioclastiques, à stratifications entrecroisées, riches en débris de bryozoaires et de lamellibranches. On parle ici, comme pour les dépôts du Miocène, de faluns : ce sont les faluns de Continvoir.

Au *Sénonien*, les formations à silex sont des faciès particuliers de rivage et, en aucun cas, le produit de la décalcification d'une craie, d'ailleurs inexistante dans cette région.

La mer du Crétacé se retire au cours du Sénonien et les niveaux supérieurs sont absents.

Au Tertiaire, *au début du Paléogène*, la région connaît une période d'exondation. Les sédiments résultant de la dégradation des matériaux d'origine crétacée ou jurassique se mettent en place dans un contexte fluvial et continental. On assiste à une intense activité d'altération, de lessivage, qui se traduit par l'accumulation de sédiments détritiques sableux, souvent à silex roulés, brisés. Le lessivage dû aux battements de nappe, engendre dans certains niveaux une cimentation siliceuse plus tardive.

À la fin du Paléogène, pendant une période qui s'étend du *Bartonien jusqu'à l'Oligocène*, une sédimentation lacustre s'installe progressivement, et plus particulièrement dans les zones effondrées correspondant à de petits grabens (25).

Au *début du Néogène*, après une relative exondation, la sédimentation lacustre reprend, passant très rapidement à une sédimentation lagunaire puis marine côtière. La proximité du rivage se traduit par la présence de restes de mammifères terrestres entraînés dans les dépôts carbonatés de la limite Aquitanien—Burdigalien (15).

Au *Burdigalien*, la mer envahit à nouveau la région, recouvrant les zones déprimées et la paléogéographie peut-être représentée par un réseau de « chenaux marins » à proximité du rivage. Ce paléoenvironnement est également modelé par le jeu de la tectonique, les zones déprimées résultant souvent d'une série d'effondrements en grabens, ou du jeu de petits panneaux, en « touches de piano ».

Au cours du *Miocène moyen* (Langhien), la mer des faluns est présente avec des dépôts côtiers de différents faciès, puis se retire : un arrêt de sédimentation s'observe nettement entre l'unité inférieure et l'unité supérieure des faluns (2, 3).

Puis au *Miocène supérieur*, on assiste à la dernière invasion de la mer qui recouvre à nouveau une partie de la région : le falun à *Arca* se dépose.

La mer se retire ensuite, aucun sédiment pliocène n'ayant été individualisé dans le périmètre de la feuille.

ÉVOLUTION TECTONIQUE

Cette région a été le siège de mouvements divers et variés aux différentes époques géologiques. Située à la limite du bassin de Paris et du Massif armoricain, on y reconnaît les **grands traits structuraux** ayant dominé ces ensembles.

Dans les terrains jurassiques de la région d'Aubigné-Racan, l'un de nous (M. Rioult) a relevé plusieurs indices en faveur d'accidents qui ne sont pas portés sur la carte géologique car difficiles à situer avec précision. Il s'agit d'une faille de direction N110° E, dite armoricaine, située au Nord-Est des affleurements jurassiques les plus septentrionaux. Cette faille, qui relève le compartiment méridional, joint approximativement le lieu-dit L'Épinay à la gare d'Aubigné-Racan.

Par contre, l'examen des quelques coupes de sondage que nous possédons montre, au niveau du toit du Jurassique, un abaissement beaucoup

plus net d'un compartiment au Sud de Coulongé, limitant vraisemblablement le compartiment oxfordien affleurant entre Coulongé et Aubigné-Racan. De même, la série jurassique de Marcilly doit son affleurement à la présence d'un jeu de faille de direction armoricaine qui relève le Jurassique de 50 m environ (fig. 1).

Au niveau du Cénomanién, les quelques indications que nous connaissons par affleurement ou par sondage montrent la présence d'un effondrement (toit du Cénomanién entre +1 et +15 m) entre les bourgs de Chenu et Château-la-Vallière. Cet effondrement est orienté sensiblement NW-SE. Il correspond à l'installation du lac tertiaire de Villiers-au-Bouin. De part et d'autre de ce bassin, le toit du Cénomanién est à + 60 ou + 80 m (fig. 1).

Au toit du Crétacé, ce même schéma se précise, confirmant cet effondrement de direction NW-SE axé sur Villiers-au-Bouin. Le toit du Crétacé est à + 22 m alors qu'à l'Est il est à + 100 m.

L'anticlinal faillé jurassique de Marcilly-sur-Maulne sépare cet effondrement à l'Est d'un autre effondrement plus important à l'Ouest. Celui-ci est également dirigé suivant un axe NW-SE : au niveau de Genneteil, le toit du Crétacé est à + 59 m, + 53 m à Broc et + 57 m près du bourg de Cartes alors qu'on retrouve ce même niveau à +103 et +110 m de part et d'autre du thalweg de la Maulne (fig. 1).

Dans les deux cas, la valeur de l'effondrement est comprise entre 40 et 50 m.

Ainsi, la partie ouest marque la terminaison orientale du plateau du Beaugeois, alors qu'à l'Est les ondulations du substratum sont plus marquées, suggérant à R. Brossé de véritables plis anticlinaux et synclinaux.

Parallèlement à ces remarques qui sont schématisées sur la figure 1, on distingue plusieurs **directions d'accidents** :

—*accidents de direction N120-130°*. C'est la direction des accidents armoricains, visible à l'Est de la feuille où le graben de Villiers-au-Bouin est délimité, tout au moins dans sa partie nord-est, par une faille de ce type. Cette direction de faille se retrouve également dans la limite nord-est de la zone effondrée, entre Denezé-sous-le-Lude et Genneteil. C'est également la direction d'un accident qui borde la partie sud, parfaitement rectiligne, du plateau sarthois qui tombe en falaise sur la vallée du Loir, au Nord-Ouest de la feuille ;

—*accidents de direction N140-160E*. C'est la direction des accidents limitant la partie sud-ouest des zones effondrées, aussi bien celle de Villiers-au-Bouin, que celle de Genneteil, notamment au niveau de Denezé où elle sépare en deux ce bassin, responsable de l'affleurement de l'Éocène inférieur au Nord de Denezé. C'est également la direction de la faille de Coulongé, prolongeant celle de Mansigné sur la feuille Ecommoy (24) et qui limite la remontée du Jurassique d'Aubigné-Racan ;

—*accidents de direction N° 25-35°*. C'est une direction pratiquement perpendiculaire aux directions précédentes ; elle est dans le prolongement des accidents de la vallée de l'Huisne au Nord-Est du Mans et des accidents mis en évidence sur la feuille voisine Baugé à l'Ouest. Leur effet dans le périmètre de la feuille Le Lude semble être plus discret.

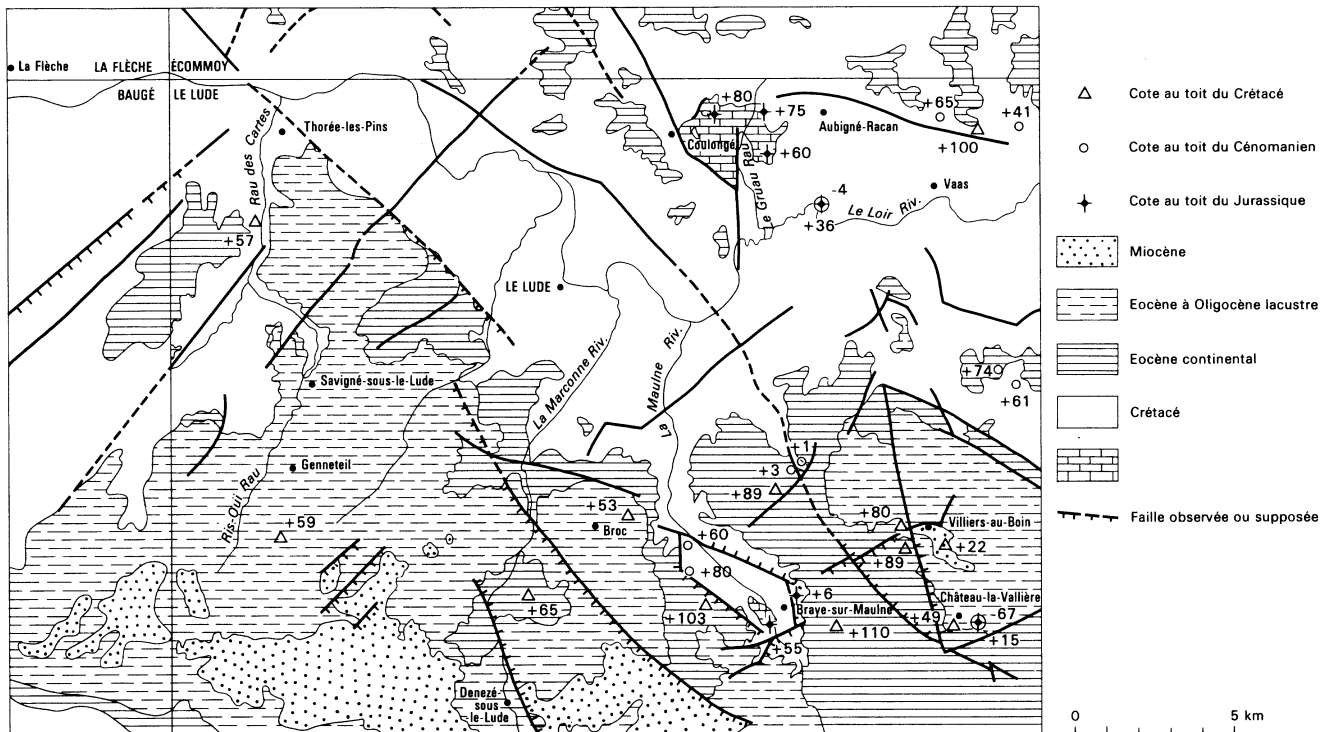


Fig. 1 - Evolution tectonique : envahissement des grabens par le lacustre, puis le Miocène

Certains de ces accidents ont pu avoir un jeu synsédimentaire au Tertiaire, notamment au Bartonien, au moment ou juste avant l'installation du régime lacustre. Ces observations permettent de comprendre le schéma des principaux traits structuraux qui ont commandé la mise en place des différentes unités. De telles structures ont été mises en évidence sur la feuille Ecomoy au Nord et sont bien connues dans le Massif armoricain où elles indiquent la mise en place des fossés oligocènes : ces failles sont à relier à la distension E-W, dite oligocène et bien connue dans toute la France.

SYNTHÈSE GÉODYNAMIQUE RÉGIONALE

Les assises affleurantes les plus anciennes sont celles du *Jurassique* (Oxfordien moyen) qui apparaissent à la faveur des structures anticlinales faillées.

L'Oxfordien est représenté ici sous un faciès carbonaté (marnes noires et calcaires blancs bioclastiques) témoignant d'un environnement marin ouvert. Cependant, les affleurements sont trop rares pour tenter une synthèse représentative de cet ensemble : ils constituent seulement un jalon entre les affleurements du Bélois au Nord et ceux de Loudun au Sud.

Au niveau du *Crétacé*, la série cénomaniennne est moins bien représentée que plus au Nord (6). Les sables du Cénomanienn inférieur et moyen sont beaucoup plus restreints que dans la région du Mans. Les sables de Bousse du Cénomanienn supérieur n'ont pu être individualisés cartographiquement des marnes à ostracées, comme ils l'étaient plus au Nord (25). La biozotation du Turonien n'a pu être établie et les faciès du Crétacé supérieur se chargent en siliciclastique par rapport à ceux connus plus au Nord.

Au *Tertiaire*, les différents faciès connus dans la région Centre sont présents, depuis les séries fluviales, lacustres (10, 11, 13), jusqu'aux séries marines du Miocène. Les faluns sont bien représentés et leurs affleurements comptent parmi les sites classiques de références (7). Par contre, il faut remarquer l'absence de tout témoin miocène marin au Nord, et principalement entre Le Lude et Le Mans, dans des sites où il aurait pu se déposer, comme le graben de Mansigné. Le Pliocène n'a pas été individualisé (17).

GÉOLOGIE DE L'ENVIRONNEMENT

VÉGÉTATION ET CULTURES

Dans le périmètre de la feuille, la végétation et les cultures traduisent bien les différents ensembles géologiques existants.

Les collines où dominent les faciès calcaires du Jurassique, entre Coulongé et Aubigné-Racan, sont le domaine de la culture du maïs essentiellement.

Les plateaux calcaires du Sud de la feuille, où dominent les terrains lacustres du Tertiaire et les faluns miocènes, sont le domaine des céréales et de la

culture du maïs : communes de Lasse, Genneteil, Dénezé-sous-le-Lude à l'Ouest ; Villiers-au-Bouin à l'Est.

Les plateaux où affleure le Sénonien sableux à l'Ouest (bois de Mozé, bois de la Rolière) et au Nord (bois de Cherbon et de La Grifférie), sont couverts de forêts de feuillus (chênes, charmes, hêtres, châtaigniers). De même, l'Éocène inférieur argilo-sableux supporte des forêts assez importantes : forêt de Bareilles au Sud, forêt de Château-la-Vallière, bois de la Frogerie au Sud-Est.

L'ensemble couvert par les hautes terrasses du Loir est le domaine des vergers dont la culture demande un sol sableux aéré : pommiers et poiriers occupent de vastes espaces depuis Savigné à l'Ouest jusqu'à Saint-Germain à l'Est.

Les basses terrasses plus inondables et les fonds de thalwegs sont le domaine des prairies.

RESSOURCES EN EAU

Un certain nombre de réservoirs aquifères sont connus et exploités sur le territoire de la feuille. On distingue plusieurs aquifères d'importance variable :

- sables du Cénomani en aquifère libre ou captif ;
- calcaires et tuffeaux du Turonien ;
- alluvions du Loir ;
- sables du Sénonien.

Nappe des sables du Cénomani

L'aquifère multicouche argilo-sableux du Cénomani renferme une nappe captive ou libre qui présente un grand intérêt pour sa pérennité, en raison de son emmagasinement et de son renouvellement importants. Si les marnes à huîtres du Cénomani supérieur existent ou ne sont pas trop érodées, l'aquifère est bien protégé contre les pollutions.

Contrairement aux régions situées plus à l'Ouest, les graviers à la base du Cénomani inférieur ne sont pas présents sur le territoire de la feuille.

- La nappe est assez bien connue et exploitée dans le quart nord-est :
- profondeur des forages : 20 à 200 m ;
 - débits spécifiques : de 4 à 25 m³/h/m.

Les eaux du Cénomani sont en général de type bicarbonaté calcique, avec des duretés totales (calcium) comprises entre 30 et 40° F et des teneurs élevées en fer dépassant souvent 1 mg/l.

Nappe des calcaires et tuffeaux du Turonien

Les tuffeaux contiennent une nappe libre principalement alimentée par la pluviométrie. La base imperméable de cet aquifère est constituée par les

marnes du Cénomaniens supérieur. La perméabilité d'ensemble des tuffeux est faible. La productivité des captages est essentiellement liée à la présence de fissures dans la roche. La perméabilité de fissure peut être très importante dans d'anciennes vallées sèches où les fissures peuvent être largement ouvertes.

Localement, la ressource de cet aquifère peut être très importante. Les captages les plus productifs sont situés dans le quart nord-ouest de la feuille :

- profondeur des forages : 10 à 70 m ;
- débits spécifiques : de 1 à 4 m³/h/m.

Des débits spécifiques exceptionnels peuvent être obtenus sur des zones intensément fissurées qui peuvent être plus ou moins karstifiées. C'est le cas du forage 425-1-2 à Thorée-les-Pins qui a fourni un débit de 170 m³/h pour un rabattement de 13 m.

Les eaux sont moyennement minéralisées en calcium (100mg/l) et en bicarbonates (200 à 300 mg/l) et sont dépourvues de fer.

Nappe alluviale du Loir

Les alluvions anciennes des terrasses du Loir contiennent une nappe dont la ressource peut être importante. Quand les alluvions sont pauvres en argiles et riches en sables et graviers, des débits non négligeables peuvent être extraits. C'est le cas à Thorée-les-Pins où un puits de 20 m réalisé dans la nappe des terrasses du Loir fournit 25 m³/h. Au Lude, un puits de 7 m fournit 50 m³/h dans des alluvions grossières.

L'extension de la nappe est cependant réduite et l'aquifère peut être vulnérable à la pollution, notamment en ce qui concerne les nitrates.

Sables du Sénonien

Cette nappe libre est contenue dans des sables dont la granulométrie fine et homogène peut poser des problèmes de captage (venues de sable). Elle est alimentée la plupart du temps par les précipitations de surface.

Peu de forages sont connus sur la feuille. La nappe est assez difficilement exploitable et les débits sont rarement très élevés. De plus cette nappe est assez vulnérable à la pollution.

Le captage AEP de Genneteil, profond de 34 m, est cependant particulièrement productif. Il a fourni un débit de 73 m³/h pour un rabattement de 7,7 m. Les caractéristiques hydrodynamiques sont :

- transmissivité : $4,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$;
- coefficient d'emménagement : $2 \cdot 10^{-4}$.

Autres aquifères

Les calcaires et sables tertiaires peuvent être productifs, en particulier dans des couloirs faillés. Il ne peut cependant s'agir que d'une ressource faible, très localisée géographiquement et encore très mal connue.

SUBSTANCES UTILES, CARRIÈRES

Calcaires

Les argiles et calcaires d'Aubigné ont été exploités depuis le XIX^e siècle jusqu'en 1928 et peut-être même plus tard, pour la fabrication de chaux grasse. Les carrières étaient situées sur la butte du Fourneau, à proximité du four. Les couches argileuses de la base ont, quant à elles, pu être exploitées pour la fabrication de tuiles comme le suggère le lieu-dit La Tuilerie.

Les calcaires oolitiques de Marcilly-sur-Maulne ont probablement été eux aussi exploités, comme le suggère l'aspect très bouleversé des champs en contrebas du bourg. L'amendement ou la construction ont pu être l'une ou l'autre des deux utilisations possibles de ces calcaires.

Tuffeau

La craie-tuffeau du Turonien a été l'objet d'une intense utilisation. Les caves sont le plus souvent d'anciennes carrières souterraines d'où a été extraite la pierre à bâtir des fermes et des villages. Des champignonnières les utilisent dans la vallée de la Maulne et au Nord du Lude en bordure du Loir.

Grès

Outre les grès en « roussards » issus de la cimentation des graviers du Cénomaniens, les grès éocènes ont été très utilisés dans l'édification des bâtiments de fermes ; c'est un beau matériau, très fin, très résistant mais par là même difficile à tailler et dont les gisements bien particuliers, en blocs épars, sont très disparates et vite épuisés.

Argiles

Quelques niveaux argileux ont été exploités dans les sables du Perche du Cénomaniens pour l'alimentation d'une tuilerie, à l'Ouest d'Aubigné.

Sables et graviers

- **Cénomaniens inférieurs.** Les sables et graviers de Jumelles et ceux du Maine sont exploités pour l'empierrement des chemins ruraux dans quelques petites carrières : Est d'Aubigné-Racan, La Coutancière sur la Maulne ; les réserves en sont faibles. Consolidés en grès ferrugineux, les graviers de Jumelles entrent dans la confection de murs ; tel est le cas des ruines gallo-romaines au Sud de Coulongé.

- **Sénoniens.** Les sables du Sénonien (plus fins que les précédents) sont exploités au Sud de Braye-sur-Maulne. De nombreuses petites carrières ont été creusées à la surface des plateaux. Les réserves en ce matériau sont très importantes.

- **Miocène.** Les faluns miocènes ont représenté et représentent une source irremplaçable de matériau sableux, surtout pour son application dans les problèmes de remblais. Il est fréquemment utilisé dans la région, depuis l'épandage dans les chemins jusqu'aux travaux routiers et autoroutiers pour lesquels ses propriétés de facilité de mise en œuvre et de tenue sont bien connues. Son exploitation est aisée, les matériaux étant relativement réguliers et tendres, surtout dans les carrières exploitant les faciès pontilévien et savignéen du Langhien (m2). Le niveau m3, plus restreint, est moins intéressant car moins régulier et plus induré en raison d'une silicification secondaire souvent importante.

Ce matériau sableux est également utilisé dans l'amendement et l'allègement des sols argilo-calcaires.

Les réserves sont relativement importantes (7).

- **Terrasses fluviales quaternaires.** L'étude des sables et graviers des terrasses de la vallée du Loir (6) a montré que le matériau des basses terrasses était, de loin, le plus exploité : en effet, plus de la moitié des exploitations, dont les plus importantes, y sont implantées et ceci pour deux raisons principales : gravier propre (70 à 90 %), découverte relativement faible et accès aisé.

Les alluvions modernes sont mal connues et souvent inondées. Les terrasses moyennes fournissent par contre un gravier plus argileux. Enfin, les hautes terrasses ont une faible découverte et fournissent un matériau de moindre qualité, car plus irrégulier.

DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

PRÉHISTOIRE ET ARCHÉOLOGIE

Le territoire de la feuille Le Lude recèle de nombreux vestiges de préhistoire et d'histoire romaine. La vallée du Loir constitue en effet un axe de passage important entre Troo à l'Est et La Flèche à l'Ouest. Plusieurs témoins de l'occupation ancienne de ces régions sont signalés sur le fond topographique de l'IGN à 1/25000 et à 1/50000 :

—les *dolmens* de La Ronce au Nord du château d'Amenon (commune de Saint-Germain-d'Arcé), de Broc (commune de Broc) et de l'étang de la Bénardière (commune de Marcilly-sur-Maulne) ;

—les *menhirs* de l'étang du Val-Joyeux à l'Est de Château-la-Vallière, et du château de Laurière (au Sud de la commune de Dissé-sous-le-Lude) ;

—des *ruines romaines* étaient signalées de part et d'autre du CD 305 (commune d'Aubigné-Racan). Ces ruines ont été explorées ces dernières années sur le site dit « site archéologique de Cherré » et ont permis de mettre à jour un amphithéâtre romain assez bien conservé et une ferme romaine dont il ne subsiste que les fondations.

SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES

On trouvera des renseignements géologiques complémentaires et en particulier un itinéraire dans le **guide géologique régional: Val de Loire**

(Anjou, Touraine, Orléanais, Berry) par G. Alcaydé et M. Gigout (1976), Paris : Masson édit ; *itinéraire 8* : Le pays des faluns et le Chinonais. Cet itinéraire passe en limite de la feuille Le Lude mais les séries rencontrées y sont comparables.

DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES

La banque des données du sous-sol du BRGM détient l'inventaire des sondages et autres ouvrages souterrains exécutés dans le périmètre de la feuille et archive régulièrement les nouveaux travaux. Les documents peuvent être consultés soit à l'agence régionale Pays-de-Loire, 10, rue Picherit, 44000 Nantes (pour les ouvrages exécutés sur la partie de la feuille correspondant aux départements de la Sarthe et du Maine-et-Loire), soit à l'agence régionale Centre, avenue de Concyr, 45060 Orléans cedex2 (pour la partie de la feuille correspondant au département d'Indre-et-Loire), soit enfin au BRGM, Maison de la Géologie, 77, rue Claude Bernard, 75005 Paris.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) CAVELIER C. (1959) — Révision des gisements helvétiques (faciès pontilévien) de l'Anjou. *Bull. Muséum*, 2^e sér., t. XXXI, n°5, p. 454-460.
- (2) CHARRIER P., CARBONNEL G. (1980) - Les ostracodes néogènes du bassin de Savigné-sur-Lathan (faluns de Touraine). I. Biostratigraphie et paléoécologie. *Géobios*, n° 13, fasc. 6, p. 941-945, 1 fig., 1 tabl.
- (3) CHARRIER P., FATTON E., GINSBURG L., ROUX M. (1981) - Les faluns miocènes de Touraine. *Bull. inform. géol. bassin Paris*.
- (4) CHARRIER P., PALBRAS N. (1978) - Mise en évidence, dans le bassin de Savigné-sur-Lathan (37), du passage latéral entre faciès savignéen et faciès pontilévien au sein des faluns miocènes de Touraine. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 287, p. 915-918, 4 fig.
- (5) CHARRIER P., PALBRAS N. (1979) - Un modèle d'évolution paléocologique et de dynamique sédimentaire dans les faluns miocènes de Touraine : le bassin de Savigné-sur-Lathan (I. et L.). Tome 1. Études paléontologiques par P. Charrier. Thèse 3^e cycle, Orsay (n°2657), 205 p., 35 fig., 20 tabl., 9 pl. photo.
- (6) CLÉMENT J.P. (1975) - Sables et graviers de la Vallée du Loir d'Aubigné-Racan à Thorée-les-Pins. Rapport BRGM 75 SGN 136 BPL.
- (7) CLÉMENT J.P., LE GORGEU J.P. (1978) - Exploitation des faluns du Maine-et-Loire. Rapport BRGM 78 SGN 306 BPL.
- (8) COLLIER A., HUIN J. (1979) - Découverte d'un gisement d'âge burdigalien inférieur dans les sables sous-jacents aux faluns de la Touraine. Étude

de la faune de rongeurs et intérêt biostratigraphique. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 289, sér. D, p. 249-252, 1 fig.

(9) COUFFON O. (1907) - Le Miocène en Anjou (supplément). *Bull. Soc. Et. Sc. Angers*, 37, p. 49-58.

(10) DENIZOT G. (1949) - Éocène et Oligocène du Baugeois (feuille d'Angers au 80000). *Bull. Serv. Cart. géol. Fr.*, vol. 47, n°226, p. 55-60.

(11) DENIZOT G. (1968) - Bartonien, Ludien et Tongrien. *Mém. BRGM*, n° 58, p. 533-552, 3 fig., 2 tabl.

(12) DUBOIS P., LABOURGUIGNE J., MANIVIT J., MÉGNIEN C., POMEROL C. (1980) — Tertiaire du bassin. Généralités et structures. In : « Synthèse géologique du Bassin de Paris » (C. Mégnién éd.). *Mém. BRGM*, n° 101, pp. 337-350.

(13) DURAND S. (1956) — Conditions de sédimentation des calcaires et marnes du Bartonien aux environs du Mans (Sarthe). *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 242, p. 269-271.

(14) DURAND S. (1959) — Les calcaires bartoniens du Maine et de l'Anjou occupent une ancienne dépression littorale ouverte vers le Sud-Ouest. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 248, p. 1196-1198.

(15) GINSBURG L., JANVIER P. (1970) - Présence de sables helvétiques d'origine fluviatile sous les faluns du bassin de Noyant-sous-le-Lude (Maine-et-Loire). *Bull. Mus. national hist. nat.*, 2^e ser., t. 42, n° 2, p. 435-439.

(16) GINSBURG L., MORNAND J. (1986) - Les mammifères des faluns de l'Anjou-Touraine. *Soc. Et. Sc. Anjou*, mém. n° 6.

(17) GRUET M. (1970) - Le Pliocène d'Anjou. *Soc. Et. Sc. Anjou*, mém. n° 4.

(18) GUILLIER A. (1986) - Géologie du département de la Sarthe. Le Mans : imp. Monnoyer, 182 p.

(19) JUIGNET P. (1974) — La transgression crétacée sur la bordure orientale du Massif armoricain. Thèse, Caen.

(20) LAURIAT-RAGE A. (1981) - Les bivalves du Redonien (Pliocène atlantique de France). Signification stratigraphique et paléogéographique. *Mém. Mus. hist. nat.*, 45, 173 p., 8 fig., 18 pl., 1 tabl.

(21) LECOINTRE G. (1947) - La Touraine, Géologie régionale de la France, fasc. 4. Paris : Hermann édit.

(22) LOUAIL J. (1969) — Étude sédimentologique des « sables et graviers de Jumelles » (Maine-et-Loire). Thèse 3^e cycle, Rennes, 126p., 66fig.

(23) 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 d'État, Rennes, 488 p., 133 fig., 28 tabl., 20 pl. photo.

(24) MANIVIT J., LABLANCHE G. (1988) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Ecommoy (393) - Orléans: Bureau de recherches géologiques et minières.

(25) MANIVIT J., LABLANCHE G., DEPAGNE J. (1988) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille *Ecommoy* (393) - Orléans : Bureau de recherches géologiques et minières, 40 p.

(26) MÉNILLET F. (1985) — Les meulière et les argiles ; leur rapport avec les surfaces néogènes à quaternaire ancien du Bassin de Paris. *Géologie de la France*, n°2, p. 213-226, 12 fig.

(27) RIOULT M. (1980) — Le Jurassique supérieur du Bassin de Paris. *In* : « Synthèse géologique du Bassin de Paris » (C. Mégny éd.). *Mém. BRGM* n° 103, p. 185.

(28) TRIJER J., GUILLIER A. (1853) - Carte géologique à 1/40000 du département de la Sarthe, feuille Château-du-Loir.

Carte géologique de la France à 1/80000

Feuille *Angers*, 1^{re} édition (1906) par L. Bureau, J. Welsch ; 2^e édition (1953) par G. Denizot, J. Peneau.

Carte géologique de la France à 1/50000

Feuille *Baugé*, par R. Brossé, J. Louail, J. Laugery (1978).

Feuille *Château-Renault*, par J. Manivit, C. Martins (1975).

Feuille *Longué*, par R. Brossé, J. Louail, Y. Herrouin (1976).

Feuille *La Flèche*, par J. Louail, P. Morzadec, A. Le Herissé, R. Brossé, P. Juignet, R. Giordano, J. Durand (1988).

Feuille *Noyant*, par R. Brossé, J. Louail, J. Manivit, M. Roux (1983).

Renseignements inédits sur les faluns de la région de Savigné-sur-Lathan par P. Charrier, DDE Indre-et-Loire.

DÉTERMINATIONS PALÉONTOLOGIQUES ET ANALYSES

Paléontologie : ammonites : M. Rioult, université de Caen

brachiopodes : A. Boullier, université de Besançon

échinides : J. Roman, Muséum, Paris.

Micropaléontologie (foraminifères) : C. Monciardini, BRGM

Palynologie : G. Farjanel, BRGM

Pétrographie sédimentaire : Y.M. Le Nindre, BRGM

Détermination minéralogique de phases argileuses: A.M. Gallas, F. Pillard, BRGM.

AUTEURS

Cette notice a été rédigée en 1990 par :

— J. MANIVIT, ingénieur géologue au BRGM, pour les terrains tertiaires et quaternaires ;

— M. RIOULT, maître de conférences à l'université de Caen et S. DEBRAND-PASSARD, ingénieur géologue au BRGM, pour le Jurassique ;

— R. BROSSÉ et J. LOUAIL, maîtres de conférences à l'université d'Angers, pour le Crétacé et les chapitres s'y référant ;

— T. COLLET, hydrogéologue de l'agence régionale Pays-de-Loire et R. GIORDANO, hydrogéologue départemental, DDAF de la Sarthe, pour le chapitre hydrogéologie.

Coordination : J. MANIVIT.

ANNEXE

COUPES RÉSUMÉES DES PRINCIPAUX FORAGES

Commune	Thorée-les-Pins	La Flèche	Thorée-les-Pins	Thorée-les-Pins	Thorée-les-Pins	Le Lude	Le Lude	Le Lude
Lieu-dit	Camp militaire Les Couletterie	La Ménagerie	La Belle- Métairie	AEP La Lande	AEP - Le Bout-de-Moze	La Courbe D54	La Chaussée	AEP I
N° de l'Ouv.	1-1	1-2	1-22	1-23	1-24	2-1	2-2	2-3
X	427,13	424,30	426,26	426,76	427,01	432,92	434,84	435,98
Y	302,25	298,70	298,20	298,16	297,96	299,60	296,97	295,57
Z	29	63	78	55	40	37	43	52
IV	$\frac{X}{5}$						X	
m2								
m1								
e6-g3								
e								
c4		X	X	X	X			
c3		$\frac{< 12}{54}$	< 43	14	$\frac{5,4}{30}$	6,7	X	X?
c2			$\frac{76,2}{90}$	$\frac{58}{61}$		$\frac{6,7}{56}$	$\frac{9,7}{43}$	$\frac{27}{27,45}$
j								

X : niveau reconnu

☐ lacune

--- niveau arrêt sondage

profondeur du toit de la formation

Commune	Le Lude	Coulongé	Aubigné-Racan	Aubigné-Racan	Aubigné-Racan	Aubigné-Racan	Aubigné-Racan
Lieu-dit	AEP2	Château des Aigue-Belles	Papeterie de Varennes	Papeterie de Varennes	Papeterie de Varennes	Papeterie de Varennes	Les Briollons
N ⁰ de l'Ouv.	3-1	3-3	3-5	3-6	3-7	3-8	3-4
X	437,80	440,18	442,42	444,42	444,50	444,54	441,58
Y	295,86	300,66	298,13	298,18	298,35	298,34	300,75
Z	39	52	43	42	41	41	48
IV	X	X	X	X	X	X	X
m2							
m1							
e6-g3							
e							
c4							
c3	$\frac{5}{6,2}$						
c2		1,65	6,72	9,2	$\frac{5}{7,7}$	$\frac{5}{8}$	
j		$\frac{8}{24}$	$\frac{36}{56}$	$\frac{46}{55}$			$\frac{1}{14}$

Com-mune	Disés-sous le-Lude	Broc	Villiers-au-Bouin	Villiers-au-Bouin	Brays-sur-Maulne	Brays-sur-Maulne	Château-la-Vallière	Château-la-Vallière	Villiers-au-Bouin	Villiers-au-Bouin	Villiers-au-Bouin	Villiers-au-Bouin
Lieu-dit	Château des Mortiers	Le Patis	Bois Bouilleau	La Porrière	AEP 2	AEP 1	Viaduc de la Fare	Blin AEP	Cimenterie Pollet et Ch.	Laiterie Coopérative	AEP	AEP - La Heraudière
N° de l'Ouv.	6-1	6-2	7-1	7-2	7-3	7-4	8-1	8-2	8-3	8-4	8-6	8-7
X	434,78	437,45	444,00	443,15	443,05	442,65	447,82	448,74	449,10	447,95	447,40	446,95
Y	291,15	288,85	290,70	283,80	286,35	285,60	285,80	284,70	289,60	287,70	287,60	287,30
Z	79	79	85	95	76	56	75	105	67	60	70	62
IV		X		X		X	X	X		X	X	
m2												
m1										0,6		2,0
e6-g3		X					3,6		X	7,5		3,6
e	X	16	X?	2			15	0,5	14	32		8,1
c4	?	26 29	< 14	6,5			18?	8	?	43	1	9,6
c3	< 21,7 44		17,5 20	20,2 31			27? 38	28	?	51 55	22 72	23 65
c2					X	?		90	?			
j					73 75	2 110		172 173	230? 439			