



BOULOIRE

La carte géologique à 1/50 000
BOULOIRE est recouverte par les coupures suivantes
de la carte géologique de la France à 1/80 000 :
au nord : NOGENT-LE-ROTHOU (N° 78)
au sud : LE MANS (N° 93)

Beaumont- sur-Sarthe	La Ferté- Bernard	Authon- du-Perche
Le Mans	BOULOIRE	St-Calais
Ecommoy	La Chartre- sur-le-Loir	Vendôme

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

BOULOIRE



BRGM

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
BOULOIRE A 1/50 000**

par

Daniel OBERT

1988

SOMMAIRE

	Pages
INTRODUCTION	5
<i>PRÉSENTATION DE LA CARTE</i>	5
<i>ÉVOLUTION GÉOLOGIQUE ET MORPHOLOGIQUE</i>	5
DESCRIPTION DES TERRAINS	7
<i>SECONDAIRE</i>	7
<i>TERTIAIRE</i>	19
<i>FORMATIONS SUPERFICIELLES – QUATERNAIRE</i>	23
HISTOIRE TECTONIQUE	25
OCCUPATION DU SOL	27
<i>SOLS, VÉGÉTATION ET CULTURES</i>	27
<i>GÉOGRAPHIE HUMAINE</i>	28
RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS	28
<i>HYDROGÉOLOGIE</i>	28
<i>MINES ET CARRIÈRES</i>	30
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE	31
<i>SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES</i>	31
<i>ORIENTATION BIBLIOGRAPHIQUE</i>	31
<i>DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES</i>	32
AUTEUR DE LA NOTICE	32

INTRODUCTION

PRÉSENTATION DE LA CARTE

La feuille Bouloire recouvre la bordure occidentale du plateau crétacé de Saint-Calais profondément disséqué par l'Huisne et ses affluents dans les parties nord et ouest. Elle représente donc une portion de la Gâtine mancelle du Haut-Maine. Les maigres cours d'eau drainant la partie sud-est appartiennent au bassin du Loir, la ligne de partage des eaux s'allongeant de la forêt de Vibraye au coin sud-ouest de la feuille.

Les formations sédimentaires marines représentées s'étagent de l'Oxfordien moyen au Turonien, avec, toutefois, une lacune importante entre Oxfordien supérieur et Cénomaniens, lacune qui souligne l'ampleur de la transgression cénomaniens. Les formations cénozoïques sont mal datées en raison de leur origine laguno-lacustre. Leur matériel détritique a probablement recouvert l'ensemble de la région. La surface du plateau calaisien appartient à la surface éocène édifiée à la suite de ces dépôts. Elle reprend, en partie, et tranche la surface plus ancienne des argiles à silex.

Le trait structural majeur est constitué par le bombement du Jalais d'axe SW-NE, faillé surtout dans sa partie septentrionale, à l'approche des failles de l'Huisne. La tectonique joue ici un rôle permanent dans l'évolution géologique régionale, l'activité se faisant sentir du Cénomaniens (variations sédimentaires) jusqu'à une époque récente, ainsi qu'en témoigne son influence sur la morphologie.

ÉVOLUTION GÉOLOGIQUE ET MORPHOLOGIQUE

La morphologie actuelle est le résultat d'une longue évolution dont les premières traces visibles ne peuvent ici remonter plus loin que le Jurassique supérieur. Il est néanmoins évident que la proximité du Massif armoricain a joué un rôle majeur dans cette évolution, tant par les apports détritiques provenant de son érosion que par le rôle directeur des accidents se prolongeant dans le socle de la région, accidents dont le rejeu a conditionné, jusqu'à une époque proche, toute l'évolution structurale de la région.

Au Jurassique supérieur, la période de subsidence et de rhexistase amorcées au Bathonien supérieur s'achève avec les marnes à Pernes (j4a) et les sables du Vairais (j4b). L'arrêt de la subsidence, l'apparition d'un climat chaud favorisent, à l'Oxfordien moyen, l'installation d'une sédimentation carbonatée (j4c). La régression fini-jurassique laisse s'établir une première surface d'érosion qui n'est matérialisée, sur la feuille Bouloire, que par le contact stratigraphique du Crétacé sur l'Oxfordien.

La vaste transgression cénomaniens donne naissance à un vaste golfe dans la partie centrale duquel se déposent les marnes de Ballon (C1a). Il s'y superpose bientôt des dépôts grossiers littoraux : sables de Lamnay, du Maine, du Mans, du Perche (C1b-2a - C2b1), dont la réduction d'épaisseur, à l'approche du Jalais, témoigne de l'activité précoce de cette structure. Des arrêts momentanés de la sédimentation favorisent la construction de hard grounds. La transgression s'accroissant au Cénomaniens moyen, la

partie orientale de la zone devient plus distale, les dépôts y sont plus fins : ce sont les marnes de Nogent-le-Bernard annonçant les formations carbonatées de la craie de Théligny. Le tarissement final des apports détritiques est marqué par le mince dépôt des marnes à Pycnodontes (C2b2).

La craie turonienne marque l'arrivée d'une nouvelle transgression. La fin de l'épisode marin turono-sénonien est mal connue ; la transgression finale et l'émersion qui s'ensuit laissent place à une vaste surface d'altération. La craie est profondément altérée, détruite, ne laissant en place qu'un épais manteau d'argiles résiduelles à silex (R5) soulignant l'importance de cette surface.

Au Cénozoïque, s'installe un vaste bassin laguno-lacustre. Des déformations localisées au voisinage du Jalais entraînent l'érosion de tout ou partie des argiles à silex et la formation de fossés dans lesquels s'accumuleront les dépôts éocènes (G. Mary et R. Giodarno, 1987). Sables et argiles semblent avoir recouvert l'ensemble de la région ; durant cette période, à climat chaud, alternent épisodes de silicifications climatiques : grès, meulière, conglomérats, et d'altération : silex cariés, grès démantelés dont les débris seront repris ultérieurement en conglomérats.

La fin de ce cycle est marquée par l'établissement d'une troisième surface sur laquelle ne se déposeront plus que les limons des plateaux.

Morphologie actuelle

La région couverte par la feuille peut être divisée en trois parties :

- *le plateau calaisien* correspondant, grosso modo, à la moitié sud-est de la feuille. Sa surface est équivalente à la surface éocène, son altitude décroît de l'Est (194 m à Saint-Hubert dans le coin nord-est de la feuille) vers l'Ouest (110-120 m au Sud de Parigné). Cette surface se superpose à celle de l'argile à silex à l'Est, mais la tranche en biseau vers l'Ouest, et la fait localement disparaître aux abords du Jalais (butte de Montmorillon...). Le fait que les points les plus hauts se situent à proximité de l'axe du dôme de Vibraye témoigne d'une réactivation récente de celui-ci ;
- *le Jalais*, où la morphologie est gouvernée par la structure SW-NE du demi-horst. L'inversion du relief de la faille bordière nord-ouest est tout à fait remarquable ;
- *les plaines et vallées* disséquant le Nord-Ouest de la feuille et isolant quelques lambeaux de la surface éocène (bois de Loudon). La morphologie est confuse dans la zone de confluence du Narais et de l'Huisne où des nappes de cailloutis se mêlent aux alluvions. La géomorphologie actuelle des vallées a été modelée essentiellement pendant les oscillations climatiques du Quaternaire. Ceci est particulièrement net dans la vallée de l'Huisne : hautes terrasses datant du Quaternaire ancien, basses terrasses des périodes rissienne et wurmienne. Les actions éoliennes, responsables pour partie de la formation des limons des plateaux (Würm), sont importantes et se manifestent par des accumulations locales de sable et par le façonnement des débris de grès tertiaires et cénomaniens (rousards) : blocs à cupules, cailloux en "toit" ou en "poinçon", dreikanter.

DESCRIPTION DES TERRAINS

SECONDAIRE

Jurassique

j4a. Oxfordien inférieur. Marnes grises. (Marnes du Bélois, à Pernes ou de Courceboeuvs). Zone à *Quenstedticeras mariae* et base de la zone à *Cardioceras cordatum*. L'épaisseur est d'environ 25 m. Les marnes, légèrement sableuses et micacées, pyriteuses, de couleur grise à brun pâle en altération, incluent des bancs de calcaire marneux ou gréseux à patine jaune ou chamois. Les argiles constitutives sont : des smectites (9/10) et de l'illite (1/10).

A Nuillé-le-Jalais, les marnes ont livré des débris de bivalves (*Perna mytiloides*, *Pholadomya* sp.) ; des brachiopodes : Térébratules, Rhynchonelles (*Thurmanella obtrita*, *Zeilleria* cf. *zonata* à Parigné) ; des fragments de tiges d'encrines : *Pentacrinus millecrinus* ; des bélemnites : *Hibolites semihastatus* ; des restes de reptiles, de polypiers et de débris de bois.

Lorsque la carrière de la tuilerie de la Roche était en exploitation, ces marnes ont livré, outre les fossiles cités (Nicolesco, 1944), des ammonites : *Aspidoceras perarmatum*, *Perisphinctes plicatilis* ; des bivalves : *Gervillia aviculoides*, *Pecten fibrosus*, *Plicatula tubifera*, *Gryphaea dilatata*, *Modiola bipartita*, *Trigonia clavellata*, *Pholadomya paucicostata*, *Pecten subarmatus*, *Diceras arietinum*, *D. sinistrum*, *Isognomon mytiloides* ; des gastéropodes : *Nerinea mosoae* ; des brachiopodes : *Terebratula insignis*, *Rhynchonella inconstans* ; des oursins : *Hemicidaris crenularis*, *Cidaris florigemma*.

Les foraminifères y sont peu abondants : petits arénacés et *Lenticulina munsteri*, associés à des ostracodes : *Procytheridea martini*, à des bryozoaires, des débris d'échinodermes et de rares fragments de polypiers.

Dans le dôme de Parigné, les bancs calcaires se chargent de quartz détritiques fins (0,3mm). Ce faciès gréseux est plus clair que le faciès marneux.

Les niveaux jurassiques sont limités à une zone structurale haute s'étendant de Thorigné-sur-Dués à Parigné-l'Évêque. Au Nord, les marnes jurassiques du horst du Jalais ont été exploitées naguère par la tuilerie de la Roche où elles sont encore visibles sur une dizaine de mètres. Au Sud, le dôme de Parigné, plus réduit, ne présente que des affleurements de très mauvaise qualité.

j4b. Oxfordien inférieur. Sables ferrugineux. (Sables du Vairais). Zone à *Cardioceras cordatum*. D'une épaisseur variant de 2 à 15 m., ce sont des sables jaunes, ocres, roux ou beiges, fins, argileux dans leur partie inférieure. Des blocs gréseux, dolomitiques, décimétriques, sont parfois abondants dans la partie supérieure de la formation, rappelant les "buquants" de la craie. Ce niveau, très irrégulier, n'a été observé que dans la boutonnière du Jalais.

On y observe parfois des granules ferrugineux, de la muscovite et de la glauconie. Aux Grouas (460,38 - 2336,40), le sable est traversé par un banc de calcaire oolithique et graveleux, partiellement dolomitisé.

Les éléments quartzeux du grès sont fins (0,3mm), légèrement hétérométriques. Les grains non usés, certains en esquilles aciculaires, sont les plus abondants ; les plus gros sont corrodés. A côté des rognons gréseux se développent parfois des rognons de calcaire micritique argileux à silicifications fibroradiées.

Les fossiles y sont peu abondants et, seuls quelques brachiopodes, dont *Galliennithyris galliennei*, des débris de bivalves (Trigonies), des pentacrines, ont pu être recueillis dans les rognons gréseux ou carbonatés. La microfaune n'est représentée que par quelques petits arénacés.

j4c. Oxfordien moyen. Calcaire oolithique. (Calcaire corallien). Zone à *Arisphinctes plicatilis*. Epaisseur : 6-8 m. Le calcaire blanc, sableux à la base, puis oolithique, riche en débris de fossiles, est disposé en bancs rognoneux peu marqués, parfois séparés par des lits plus marneux (à Bricoin). La partie supérieure, riche en polypiers visibles à la Côte Blanche, près de Thorigné, se montre moins consolidée que le calcaire oolithique sous-jacent. Il en est séparé par une surface d'érosion (O. Paienda, 1987). Les fossiles les plus abondants, mal conservés, sont des Nérinées, des polypiers et des moules internes de bivalves. Les coquilles sont encroûtées par des algues calcaires (Girvanelles).

Les affleurements de calcaire corallien sont bien visibles au Nord de Nuillé-le-Jalais, où ils forment une butte allongée au Nord-Est du Genièvre. Nicolesco (1944) en signale des affleurements au Sud-Est du Breil-sur-Merize, aux Pilavinières, actuellement masqués ; l'emplacement de ceux-ci a été signalé (j4c) sur la carte.

Au microscope, cette formation paraît essentiellement constituée d'oolithes micritiques (faciès de milieu intermédiaire) jointives ou éparées dans un ciment micritique. On y observe aussi des agrégats transportés d'oolithes véritables. Localement, le ciment est recristallisé en une microsparite, dont la dissolution ou la désagrégation libère les oolithes, qui forment alors un véritable sable (La Groie de Bas Villiers). Les débris d'organismes y sont nombreux et fréquemment encroûtés, entroques, Nérinées, polypiers, bivalves parfois silicifiés, foraminifères : Lituolidés, Textularidés, *Lenticulina* sp., *Nodosaria* sp.

Des terriers à remplissage oolithique sont visibles dans la partie inférieure de la formation.

A l'Ouest de Thorigné-sur-Dué, une ancienne carrière laisse affleurer une masse lenticulaire décamétrique, irrégulière, de calcite fibroradiée en gros nodules coalescents. Ceux-ci pourraient résulter de la pseudomorphose d'amas évaporitiques, semblables à ceux décrits par F. Arbey et J. Lorenz (1986) dans le Dogger berrichon.

Les fossiles recueillis et cités furent nombreux, ce sont des oursins : *Nucleolites scutatus*, *Hemicidaris crenularis*, *Echinobrissus scutatus*, *Glypticus hieroglyphicus*, *Hemicidaris crenularis*, *Cidaris propinqua* ; des bivalves : *Astarte nysa*, *Diceras minor*, *Pholadomya paucicostata* ; des

brachiopodes : *Rhynchonella inconstans*, *Terebratella pectunculus*, *Terebratulina disculus*.

En sondage, le toit du Jurassique aurait été atteint à $z = 33$ m à Coudrecieux-la Pierre.

Crétacé

C1a. Cénomaniens inférieurs. Marnes de Ballon et argile grise glauconieuse. Zones à *Hypoturritites carcitanensis* et *Mantelliceras saxbii* du Cénomaniens inférieurs. Epais de quelques mètres, à l'Ouest de la feuille, ce niveau atteint 50 m au sondage de Coudrecieux. Marnes sableuses ou silteuses, gris-vert à brun rouille, glauconieuses et micacées, passant latéralement à la craie glauconieuse au Nord et à l'Est de la feuille. Vers le Sud et l'Ouest, elles se présentent sous le faciès d'argile glauconieuse à minerai de fer.

Leur séparation d'avec les sables du Maine n'est visible qu'en affleurement frais ; mais, le plus souvent, le glissement de ces derniers peut masquer la totalité de la formation.

Les affleurements de cette formation peu épaisse sont localisés à la périphérie du dôme de Parigné et à l'Est de la partie septentrionale de la feuille.

Les fossiles sont peu abondants : *Terebratula* aff. *capitata*, *Pyrina desmoulinsi*, *Anorthopygus orbicularis*, ont été signalés par A. Guillier, à Connerré, dans des grès calcaires glauconieux et *Exogyra vesiculosa* dans des nodules phosphatés.

Autour de Parigné, les marnes sont riches en moules internes de petits gastéropodes ; vers Lavaré, ce sont les débris de spongiaires qui abondent.

Les marnes sableuses sont riches en glauconie, en muscovite, en minéraux lourds (staurotide, tourmaline) et en granules ferrugineux.

L'épaisseur de ce niveau augmente progressivement d'Ouest en Est, où elle atteint une quarantaine de mètres au sondage de la Pierre, à Coudrecieux, où la moitié inférieure ($z = 33$ à 58 m) est constituée de sables verts à blanc verdâtre entrecoupés de trois bancs de calcaire d'épaisseur décimétrique. Dans la partie supérieure ($z = 58$ à 84 m) dominant des marnes noirâtres ou verdâtres, plus ou moins sableuses, des bancs de calcaire dur y sont fréquents. Les argiles sommitales ont été atteintes à Saint-Michel-de-Chavaigne à $z = 68$ m où le niveau se termine par des argiles gris-vert, glauconieuses à débris ligneux ; au Breil-sur-Merize à $z = 73$ m (argiles grises).

C1b-2a. Cénomaniens inférieurs et moyens. Sables du Maine. Epaisseur 40-50 m. Sables grossiers, jaunes, roux ou bruns, à graviers quartzeux rosés ou laiteux, qui contiennent des nodules ou bancs de grès à ciment calcaire ou ferrugineux. Les bancs gréseux les plus compacts correspondent généralement à des fonds durcis, ferruginisés, bioturbés, craquelés. Lorsqu'ils sont nettement individualisés, ces bancs ont permis de limiter et de subdiviser cette formation. Vers l'Est, les faciès deviennent plus carbonatés, marneux : ce sont les marnes de Nogent-le-Bernard annonçant la craie de Théligny, encore plus orientale. La teinte

rougeâtre des sables est due à des oxydes de fer qui, localement, cimentent des rognons gréseux : les *grès roussards* abondants dans les bois de Loudon.

Lorsque les subdivisions sont possibles, on peut distinguer, de bas en haut :

C1b5. Cénomancien inférieur. Sables et grès de Lamnay. Zone à *Mantelliceras dixonii*. De quelques mètres à l'Ouest de la feuille, leur épaisseur s'accroît vers l'Est pour atteindre 39,80 m au sondage de Coudrecieux.

La base n'en est visible qu'au Sud de Connerré, à la Bonde et entre la Croix Verte et la Goualtière, où les sables semblent transgressifs sur les formations jurassiques du Jalais.

La limite supérieure est marquée par un banc gréseux correspondant au fond durci dit "niveau de Dollon". A Dollon même, son épaisseur dépasse 3 m. Sa présence n'est pas constante ; bien développé au Nord et à l'Ouest de la feuille – à la Chesnais (452,5 – 2340,8) – il s'estompe vers le Sud et l'Est, avant de disparaître. Il réapparaît vers la Belle Inutile (458,7 – 2339,4) et à la sortie est de Thorigné-sur-Dué, dans l'ancienne carrière des Vallées (466,9 – 2339,9), sous forme de grès calcaires noduleux à terriers et qui peuvent atteindre 3 m d'épaisseur. Visible encore à Mézerolles, il manque plus au Sud dans la vallée de la Tortue. Il affleure encore nettement au Nord et à l'Est de Lavaré, grès noduleux et grès calcaire massif à stratifications obliques, disparaît dans la vallée de la Nogue, mais affleurerait plus au Sud, à Coudrecieux, dans une ancienne carrière maintenant comblée. On y observait la succession suivante (de haut en bas) : grès grossier noduleux à *Ostrea columba*, *Terebratella menardi* ; marnes et grès à *Scaphites aequalis*, *Dentalium deforme*, ce niveau présentant le faciès de la craie de Théligny ; lumachelle à *Ammonites cuningtoni*, *Lima reichenbachii*, *Perna lanceolata*. *Codiopsis doma* ; grès grisâtre.

Les sables sont généralement hétérométriques, mal classés, contenant des "dragées" quartzieuses réparties de façon variable dans la masse sableuse : en lits ou éparées dans le sable. Dans le bois de la Boulaie, les dépôts sont organisés en séquences décimétriques.

Grès et sables présentent des stratifications obliques, indiquant que les apports de sédiments s'effectuaient grossièrement à partir du Sud (de N175° à la Chesnaie, N160° à N225° à Dollon).

Le niveau de Dollon se présente généralement sous forme de bioalcalcinite quartzieuse et glauconieuse. Le ciment micritique peut être partiellement recristallisé. On y observe des entroques, des débris de bryozoaires et de bivalves. On y rencontre, ainsi que dans les sables, des minéraux lourds ; par ordre d'importance décroissante : tourmaline, staurotite, andalousite, zircon, rutile.

Outre les fossiles signalés dans le niveau de Dollon, de nombreux fossiles ont été recueillis dans les sables de Lamnay, essentiellement dans les niveaux grésifiés : des oursins : *Epiaster guerangeri*, *Pygaster truncatus*, *Codiopsis doma*, *Gemmarcula (Goniopygus) menardi*, *Catopygus* sp., *Cyphosoma cenomanense*, *Anorthopygus orbicularis*... ; des bivalves :

Lima galliennei, *Isognomon (Perna) lanceolata*, *Neithea (Janira) aequicostata*, *Trigonia spinosa*, *Exogyra columba minor*, *Pecten* sp.; des gastéropodes : *Gyrodes guillieri (Natica perforata)*; des brachiopodes : *Terebratulina lima*...; des foraminifères : *Orbitolina concava*; des algues : *Archaeolithothamnium lycoperdioide*.

En sondages, cette formation a été observée à St Michel-de-Chavaigne (469,25 - 2337,43) : 14 m de calcaire gris, gréseux, recouvrant 3 m de sable grossier, jaune, à concrétions ferrugineuses; l'épaisseur de grès semble diminuer vers l'Ouest.

A Coudrecieux, au sondage de la Pierre (474,30 - 2334,53), la formation s'enrichit en argile; on note ainsi de bas en haut :

- sable noir, argileux = 1 m;

- sable vert = 8,5 m;

- argile noire compacte = 5 m;

- alternance de sable argileux et de calcaire en plaquettes verdâtres = 7 m;

- calcaire dur, jaunâtre, quelques lits argilo-sableux verdâtres ou jaunâtres = 20 m.

Au Breil-sur-Merize, la base de la formation a été traversée sur 22 m, composée essentiellement de sables roux à lits de galets et d'argile rousse.

C2a5. Cénomaniens moyen. Sables du Mans. Zone à *Turrilites costatus*, *T. acutus*, *Acanthoceras jukesbrownei*. Epais d'une vingtaine de mètres en moyenne, ce second niveau sablo-gréseux repose sur la surface durcie des grès de Dollon; à Thorigné-sur-Dués et à Dollon, la base est marquée par des grès calcaires lumachelliques : la lumachelle de Dollon. Le sommet est souligné par la présence du "niveau du Jalais", seconde surface indurée importante des sables du Maine. Celui-ci est formé d'une calcarénite quartzeuse, hétérométrique, glauconieuse, micacée, riche en tourmaline. Les grès sont couronnés d'une croûte ferrugineuse soulignant la surface durcie. A Parigné, ils se présentent en bancs rognoneux mal stratifiés ou à stratifications obliques indiquant une alimentation en provenance du NE; mais, d'une manière générale, les directions d'alimentation des sables du Mans sont plus variables que celles des sables de Lamnay.

Le faciès des sables correspond aux caractéristiques générales des sables du Maine : grossiers et bien triés. A Nuillé-le-Jalais, les sables sont nettement ferrugineux et contiennent quelques dragées quartzeuses. Au Nord de Soullitré, à la sablière de la Roche (460,4 - 2338,0) les niveaux inférieurs sont très argileux. Ils renferment des nodules ferrugineux et sont recouverts de sables à lentilles convolutées de sable argileux, verdâtre, rappelant le faciès des marnes de Ballon.

Les minéraux lourds y sont abondants : andalousite (38,1 %), tourmaline (31,3 %), staurotite (21,1 %), zircon (6,5 %). Les argiles y sont essentiellement représentées par la montmorillonite (Juignet, 1974).

Comme les sables et grès de Lamnay, ce niveau affleure bien dans les vallées creusées au Nord d'une ligne Saint-Mars-la-Brière - Bouloire - Coudrecieux.

Les niveaux durcis (Dollon et Jalais) ne sont pas constants sur toute l'étendue des affleurements visibles sur la feuille et leur absence rend

parfois difficile l'établissement de la limite avec les sables du Perche. Leur répartition semble répondre à une disposition en bandes orientées grossièrement du SW au NE. On peut ainsi distinguer d'Ouest en Est les bandes suivantes :

- de la Chesnais (Dollon) ;
- de Saint-Denis-du-Tertre (Dollon et Jalais) ;
- de Nuillé-le-Jalais (Jalais) ;
- de Thorigné-sur-Dué (Dollon) ;
- de Dollon (Dollon et Jalais) ;
- de la Blotière (Dollon et Jalais) ;
- de Coudrecieux (Jalais).

Sans doute peut-on voir, dans cette disposition, la présence de paléorides, au sommet desquelles se sont élaborées les surfaces durcies ou, plus probablement, l'influence de la fracturation (voir le chapitre tectonique) ayant guidé la circulation de l'eau à l'origine de processus de décarbonatation.

La faune y est localement abondante : bivalves : *Pecten elongatus*, *Ostrea obliquata*, *Rhynchostreon suborbiculatum*, *Ctenoides tecta*, *Rastellumu (Arcostrea) carinatum*, *Trigonia crenulata*, *T. deslongchampsii*, *T. sulcataria*, *Cyprina* sp., *Neithea aequicostata*... ; gastéropodes : *Pleurotomaria* sp... ; scaphopodes : *Dentalium* sp. ; ammonites : *Scaphites aequalis*, *Acanthoceras* gr. *jukesbrownei*... ; oursins : *Gemmarcula menardi*. ; bryozoaires : *Cerriopora ramulosa* ; serpules : *Hamulus deformis* ; polyptères : *Polytrema* sp. ; spongiaires : *Acanthochaetes* sp. "groupe" des *Chaetetida* ; algues : *Archaeolithothamnium gosaviense*.

Des débris de végétaux ont été également recueillis dans les niveaux grésifiés.

Ce niveau a été atteint par forage à Sainte-Osmane (470,6 - 2323,1), à 34 m de profondeur. A Saint-Michel-de-Chavaigne (469,3 - 2337,4), des grès calcaires ferrugineux se mêlent à des marnes grises annonçant les marnes de Nogent-le-Bernard (de -2,55 m à -10,00 m).

C2aM. Cénomaniens moyens. Marnes grises de Nogent-le-Bernard. Zones à *Turrillites costatus*, *T. acutus*, *Acanthoceras jukesbrownei*. Sur la moitié orientale de la feuille, les sables et grès du Mans et la partie supérieure des sables et grès de Lamnay passent latéralement à des formations plus carbonatées, marneuses, annonçant les marnes de Nogent-le-Bernard et la craie de Théligny qui vient s'intercaler entre les sables de Lamnay et les sables du Perche sus-jacents.

L'affleurement le plus occidental, situé aux Montignés (467,9 - 2339,3), entre Thorigné et Dollon, montre des marnes grises et rouille, micacées, glauconieuses, riches en débris de fossiles (*Pecten* sp. et *Cardium* sp.) recouvrant un calcaire gris terne. Les niveaux argileux affleurent au Nord de Dollon, dans le bois des Luarts, où le sable se charge d'argile gris verdâtre pâle. Dans la vallée de la Nogue, à la Ménardière (470,5 - 2336,0), affleurent des marnes grises à la base du coteau. Les mémoires locales ont conservé le souvenir de marnières entre le château de Lassay et les Préaux. Le faciès carbonaté n'a été retrouvé qu'à l'Est de Lavaré : calcaire graveleux à ponctuations siliceuses, annonçant le tuffeau siliceux de Vibraye.

A Saint-Michel-de-Chavaigne, un sondage (469,30 - 2337,4) a rencontré une formation mixte, entre sable et grès du Mans et marnes de Nogent-le-Bernard : alternance de lits marneux et de grès calcaires ferrugineux fossilifères, épais de 7 m, recouvrant des calcaires gréseux attribuables aux grès de Lamnay.

A Coudrecieux, au sondage de la Pierre (474,2 - 2334,5), les faciès, attribués à la craie de Théligny, ont été traversés de -40,50 m à -48,80 m : marnes grises recouvrant des marnes sableuses, noirâtres. A Sainte-Osmane (470,6 - 2323,1), des marnes sableuses, mêlées à des calcaires gréseux, ont été observées sur 16 m d'épaisseur (de -34,3 m à -50,1 m).

C2b1. Cénomanién supérieur. Sables du Perche. Zones à *Acanthoceras jukesbrowni* et à *Calyoceras naviculare*. Epais en moyenne de 20 à 30 m, les sables du Perche peuvent présenter d'importantes variations d'épaisseur : de 10 m, au voisinage des bombements de Parigné et de Nuillé-le-Jalais, à 50-60 m, à Dollon et Saint-Michel-de-Chavaigne.

La base en est marquée par la surface durcie du Jalais qui coiffe les sables du Mans ; lorsque celle-ci fait défaut, il est difficile de séparer les deux ensembles sableux (bois de Loudon).

La limite supérieure est nette, marquée par les grès d'un fond durci : "Duneau n° 2" tranchant avec les marnes sus-jacentes et formant un ressaut morphologique net. Ce niveau induré correspond à un banc irrégulièrement grésifié, souvent rognoneux, d'épaisseur métrique, riche en glauconie et en bryozoaires ; il atteint 4 m aux Brosses (Saint-Michel-de-Chavaigne, 468,5 - 2335,5), où sont superposés grès rognoneux et grès en plaquettes décimétriques. En l'absence de ce niveau induré, la limite n'est repérable qu'au changement de faciès, en sachant que celui-ci est fréquemment abaissé par glissement le long de la pente.

Participant au talus de raccord, entre plaines et vallées où règnent les sables du Mans (au NW) et les plateaux crayeux, les sables du Perche ne couvrent pas de grandes surfaces. Dans la partie sud-orientale de la feuille, les cours d'eau entaillant le plateau en dégagent quelques affleurements : l'Anille à l'Est, le Tusson et l'Etangson au Sud, la Sourice et la Hune au centre de la feuille.

C'est essentiellement un sable quartzeux, blond, ocre, jaunâtre ou roux, le plus souvent grossier et coquillier, à stratifications obliques et localement fin et argileux. L'argile s'y dépose parfois en lits rouge brique (Parigné, 453,4 - 2329,5), bistres (bois de Loudon, 454,5 - 2330,4) ou bruns (Dollon, 470,70 - 2338,3). La glauconie et la muscovite y sont fréquentes.

Le sable peut être grossier à fin, ferrugineux ou glauconieux.

Le quartz est l'élément dominant, sous forme de grains monocristallins ou sous forme d'agrégats polycristallins, quartzitiques, qui forment les éléments de grande taille (centimétriques). Ces derniers sont épars dans la masse des sables grossiers ou rassemblés en lits, le plus souvent localisés à la partie supérieure de la formation. La partie ferrugineuse, fréquente sous forme de granules, existe plus rarement en imprégnation dans le ciment des grès. Le ciment micritique de ces derniers évolue localement en microsparite, plus rarement en sparite ; les grains quartzeux corrodés sont plus abondants dans ces derniers faciès. Les minéraux

lourds les plus fréquents sont, par ordre d'importance décroissante : tourmaline (29 %), staurotide (26,5 %), andalousite (25,8 %), zircon (13,1 %) (Juignet, 1974).

Les grésifications y sont irrégulièrement réparties en bancs ou en lentilles ; le ciment en est le plus souvent calcaire. Les bancs les plus importants correspondent à des fonds durcis, tel celui de "Duneau N° 1", formé de grès calcaire noduleux et recouvert de sables à galets ou plaquettes gréseuses fossilifères (brachiopodes et bryozoaires).

L'importance de la grésification semble augmenter vers l'Est : une grande partie de la masse sableuse est consolidée dans la vallée de l'Anille (477 - 2332).

Les sables sont, le plus souvent, organisés en séquences métriques ou décimétriques : sable grossier et glauconieux à la base, surmonté de sable argileux, micacé, la séquence se terminant fréquemment par des feuillets d'argile (montmorillonite) et des lentilles de grès calcaire.

Bien que l'épaisseur en soit réduite par la proximité du dôme jurassique, une bonne coupe en est visible à Parigné (452,2 - 2338,4). De haut en bas : sables ocres 3 m, sable argileux, glauconieux, à plaquettes siliceuses 1 m, sable grossier, ocre 10 m.

Les stratifications obliques y sont fréquentes, indiquant des directions d'apport globalement N-S à NNW-SSE, s'orientant à N 85°-120° dans la partie supérieure de la formation et à l'approche du rebord sud-est du bombement du Jalais.

Les variations de faciès sont importantes, tant dans les grès que dans les sables. Elles se manifestent surtout par un changement de coloration. Dans les grès, celui-ci peut être dû à :

- une modification du ciment par enrichissement en fer, la roche devenant alors polychrome noir-brun, noir violacé et présentant une patine ocre, rousse ou jaune (passage aux grès roussards) ;
- un accroissement des proportions de certains éléments détritiques : des micas, au Sud du Breil-sur-Merize (461,7 - 2335,2), au Nord du bois de la Croix (459,8 - 2339,3) ; des granules ferrugineux et glauconieux à Parigné (452,6 - 2330,5), Saint-Michel-de-Chavaigne (468,0 - 2337,8).

Les sables, le plus souvent roux, probablement par suite de l'altération de la glauconie, peuvent aussi prendre des colorations variées : polychromes à Thorigné, rouge "framboise" dans le bois du Pin de Sucre (Le Breil-sur-Merize, 459,5 - 2334,5).

En sondages :

- à Ardenay-sur-Merize (456,33 - 2333,80), un grès grossier, à z = 58 m, recouvre une alternance de sables et de marnes, visible sur 5 m ;
- à Sainte-Osmane (470,6 - 2333,1) des sables roux ou glauconieux, à bancs calcaires fossilifères, ont été traversés sur 26 m. Le sommet des sables, à z = 131 m, est dépourvu de grès ;
- à Coudrecieux (470,88 - 2330,96), le fond durci sommital a été atteint à z = 124 m ;
- à Montaillé (474,94 - 2327,97), sur les 26 m traversés, les 10 m inférieurs sont grésifiés sous un lit métrique de sable noir. Le fond durci sommital est à z = 134 m.

Les débris de tests mêlés au sable sont très abondants, les fossiles entiers y sont moins fréquents : bivalves : *Ostrea lingularis*, *Exogyra conica*, *Rhynchostreon carinatum* (*Alectryonia carinata*), *Pterotrignonia crenulata*, *Chlamys* sp., *Exogyra columba*, *Janira* (*Neithea*) *phaseola*, *Neithea aequicostata*, *Pecten elongatus* ; ammonites : *Acanthoceras rothomagense* ; brachiopodes : *Rhynchonella compressa*, *Terebratella menardi*, *Terebratula* sp. ; serpulidés ; oursins : *Nucleopygus parallelus*, *Trochotiara benettiae*, *Trochotiara elegantula*, *Gemmarcula* (*Goniopygus*) *menardi* ; crustacés : en débris inclus dans des nodules phosphatés (A. Guillier, 1886) ; bryozoaires : *Ceriodava ramulosa* ; algues : *Archaeolithothamnium lycoperdioide*.

C2b2. Cénomanien supérieur. Marnes à huîtres *P. biauriculata*. Calcaires sableux à *C. obtusus*. Zone à *Calycoceras naviculare*. Zone à *Metoiceras gourdoni*. D'une manière générale, l'épaisseur de ces niveaux diminue d'Est en Ouest, mais les variations locales sont importantes : 1,70 m à Parigné, 2,50 m à Duneau, 5 m à la Derazerie (464,40 - 2341,65), 9 m (?) au sondage d'Ardenay.

L'épaisseur réduite de ceux-ci en rend localement impossible le tracé des limites à l'échelle de la carte. Ces niveaux sont alors regroupés avec le niveau supérieur (C2b3).

- Recouvrant les grès sommitaux des sables du Perche, les marnes à *Pycnodonte biauriculata* apparaissent généralement de façon bien marquée à l'affleurement. Elles ont été rattachées aux sables du Perche, dans la notice de Nogent-le-Rotrou à 1/80 000. Elles figurent sous le nom de Marnes à Ostracés sur la carte Le Mans à 1/80 000.

Les marnes sont généralement de couleur pâle, souvent blanches en altération, parfois sableuses, glauconieuses ou micacées. La partie argileuse est principalement constituée de montmorillonite. Leur partie supérieure est marquée localement par un banc de calcaire gréseux correspondant à un fond durci (hard ground de Parigné).

Les marnes à *P. biauriculata* présentent localement une coloration brunâtre, rousse, grise ou verdâtre ; elles sont alors plus détritiques, à quartz et clastes calcaires et granules ferrugineux aux Thuaudières, au Sud du bois des Chesneaux (463,3 - 2332,2), au Petit Gruet (459,6 - 2326,6), à Surfonds, à Tillé et aux Tronchets, où elles contiennent de grosses huîtres, au Sud de Thorigné (465,1 - 2336,8) où abondent *R. carinatum*.

Avec *Pycnodonte* (*Pycnodonte*) *biauriculata* très abondant, il a été recueilli : bivalves : *Pycnodonte* (*Phygraoa*) *vesicularis*, *Rhynchostreom suborbiculatum* (= *O. columba*), *Neithea aequicostata* (pourrait appartenir à un niveau supérieur à celui des huîtres), *Rastellum* (*Arcostrea*) *carinatum* (= *Alectryonia carinata*), *Exogyra flabellata* ; scaphopodes : *Dentalium* sp., *Antalis* sp. ; spongiaires : *Hippalimus* sp. ; gastéropodes : *Actaeonella* sp. ; oursins : *Cassidulus* sp., *Salenia petalifera* ; bryozoaires : *Ceriodava ramulosa*.

- Le niveau à *Catopygus obtusus* semble de faciès plus variable, le plus souvent sous forme de marnes sableuses, grises ou jaunes à bancs indurés en grès. Un bon exemple de ces faciès est visible à la marnière des Blinières, près de Parigné-l'Évêque où la partie supérieure du niveau est crayeuse, à Surfonds (459,6 - 2332,6), à Tresson (468,5 - 2324,1), aux Pilavinières (461,5 - 2333,8), à l'Aubé (462,3 - 2331,6). Les marnes du

niveau à *C. obtusus* peuvent être glauconieuses, micacées, et contenir des rognons de calcaire gréseux, comme à Chaudefouasse (455,7 - 2329,9), à la Raterie (455,8 - 2331,8), à Volnay (460,3 - 2329,9). Le calcaire gréseux jaune, glauconieux, biodétritique peut constituer l'ensemble du niveau : à Ardenay-sur-Merize (457,7 - 2334,95), aux Thuaudières, à la Bardouillère (461,0 - 2332,45), aux Poplinières (461,6 - 2334,9). Luma-chellique à Connerré, il est micacé et contient des galets de calcaire micritique avec serpules et bryozoaires à Bouloire (467,6 - 2331,7) ; plus rarement des accumulations d'oolithes, associées à des débris encroûtés, ont été observées aux Villenettes (458,8 - 2327,25), et au Petit Gruet (459,6 - 2326,6).

La surface d'érosion "Mézières", durcie, marquant le sommet du niveau, a été observée au Nord de Surfonds (460,5 - 2 333,5).

Les grès du niveau à *C. obtusus* sont grossiers, hétérométriques ($dM \leq 3$ mm), à grains ronds ou émoussés, les plus gros, souvent polycristallins, corrodés en présence d'un ciment calcitique recristallisé. Aux grains de quartz sont associés des granules ferrugineux, de la glauconie, de la muscovite, et des minéraux lourds : tourmaline (32 %), andalousite (31,5 %), staurodite (25,5 %), zircon (3,5 %), rutile (3,2 %). Les débris de fossiles (bryozoaires, serpules, échinodermes, bivalves) y sont abondants aux Thuaudières et à Volnay (459,5 - 2327,3).

Les affleurements de ces niveaux diminuent d'épaisseur vers l'Est, pour disparaître au-delà d'une ligne Lavaré - Tresson. Les calcaires gréseux manquent parfois totalement, le faciès devenant alors uniformément marneux : à Surfonds (459,2 - 2332,9), à Huche Corneille (460,0 - 2339,7), à Connerré (462,5 - 2341,1 et 464,4 - 2341,6), où les marnes grisâtres atteignent 5 m d'épaisseur.

Dans le niveau à *Catopygus obtusus* ont été recueillis : bivalves : *Pterotrigonia crenulata*, *Gryphaeostrea canaliculata*, *Glycymeris* sp., *Grano-cardia* sp., *Ostrea canaliculata* ; oursins : *Nucleopygus similis*, *N. parallelus*, *Spongiomorpha annulatum* ; ammonites : *Calycoceras naviculare*, *Metoioceras gourdoni* ; serpulidés : *Hamulus deformis* ; des débris de bryozoaires.

Quelques sondages ont traversé ces niveaux :

- à Coudrecieux (472,72 - 2333,50), des marnes sableuses fossilifères (mais sans fossiles identifiés), rencontrées à 26 m de profondeur (à $z = 130$ m), pourraient en représenter l'équivalent ;
- à Sainte-Osmane (470,6 - 2323,1), 2,5 m de marnes sableuses blanc jaunâtre, glauconieuses à la base, surmontent les sables du Perche ;
- à Ardenay (456,3 - 2333,8), ce sont 7,5 m de marnes et argiles grises, recouvertes par 2 m de grès grossier et des marnes à lentilles gréseuses.

C2b3. Cénomaniens supérieur à Turonien inférieur. Craie glauconieuse, micacée à *T. carantonensis*. Marnes grises, argiles brunes, micacées. Niveau mince ne dépassant pas 4 à 5 m, regroupé localement avec le niveau sous-jacent (C2b2). La base du niveau est marquée par un lit de marnes vertes à graviers quartzueux ou par un lit nettement noduleux (au Grand Crozet, 465,1 - 2342,8). Au-dessus apparaît une craie glauconieuse, beige verdâtre à blanche, noduleuse, micacée à galets de calcaires gréseux. Il

s'y intercale des niveaux de marnes grises, blanches par altération ou des argiles brunes micacées.

Ce niveau passe, vers le haut, de façon continue, à la craie à *Inoceramus labiatus*, dépourvue de silex dans sa partie inférieure.

Le faciès crayeux peut disparaître localement, le niveau n'étant plus alors représenté que par des marnes : grises aux Braudières (457,8 – 2338,4), blanches et jaunes aux Ardrieux (457,1 – 2338,1), le plus souvent blanches. Ces faciès marneux semblent plus épais que le faciès crayeux (4-5 m).

Les niveaux carbonatés de base sont riches en quartz fins ($M < 0,40$ mm), dont certains sont corrodés ; la glauconie y est abondante. On y observe également de la tourmaline (Parigné). Plus haut, la fraction détritique disparaît alors que spicules et "entroques" (roues d'astéries, radioles et plaques de Cidaridés) deviennent plus abondants, associés à des prismes de tests de bivalves, des serpules et de petites huîtres.

Les marnes sont également riches en détritiques : quartz, fragments quartzitiques, débris de grès ferrugineux, avec glauconie, muscovite et minéraux lourds.

La craie à *T. carantonensis* borde les buttes et plateaux crayeux et affleure dans de bonnes conditions vers Connerré, les Boutinières, au Sud de Thorigné et dans les vallées de l'Etangson, du Tusson et de la Tortue. Ailleurs, les affleurements sont le plus souvent masqués par des formations de pente.

Quelques fossiles y ont été recueillis ; nombre d'entre eux semblent remaniés des niveaux sous-jacents : bivalves : *Entolium orbiculare*, *Cyprina quadrata*, *Crassatella* sp., *Myoconqua cretacea*, *Ostrea carinata*, *O. lateralis*, *O. baylei*, *Rhynchostreon suborbiculatum*, *Rastellum carinatum* ; scaphopodes : *Dentalium deforme* ; ammonites : *Metoiococeras* cf. *geslinianum*, *Sciponoceras gracile* ; brachiopodes : *Terebratella carantonensis*, *Terebratula phaseolina* ; oursins : *Catopygus obtusus*, *Hemiaster nucleus*, *H. Leymerri*. De plus, les marnes sont riches en éléments biodétritiques : "roues" d'astéries, bryozoaires, radioles d'oursins.

En sondages :

– à Coudrecieux (472,72 – 2333,5), la base du niveau a été atteinte : grès argileux jaune séparé d'un lit de grès calcaire par des marnes sableuses. Ces formations font place latéralement vers le Nord-Ouest (472,29 – 2333,96) à 4 m de sable marneux et glauconieux ;

– à Parigné (452,65 – 2327,83), sous le Turonien marneux à silex, se développent 22 m de "tuffeau" devenant marneux vers le bas. Le niveau, s'il existe ici, est indissociable de la base du Turonien. Il en est de même à Montaillé (477,85 – 2326,76), où la craie marneuse repose sur des grès glauconieux (C2b2).

C3a. Turonien. Craie à silex et craie à *Inoceramus labiatus*. Zone à *M. nodosoides*. L'épaisseur maximum observée l'a été en sondage, à Montaillé, où la craie a été traversée sur 27 m d'épaisseur.

Le passage est progressif entre la craie glauconieuse inférieure et la craie marneuse blanche dont la base est marquée par l'apparition de silex

gris. Cette limite inférieure peut être observée à la marnière de la Basse Roche, à Sainte-Cérotte, de même que dans la marnière des Blinières (454,2 – 2329,1) à Parigné. Aux Thuaudières (458,50 – 2338,45), la craie glauconieuse est recouverte par 6 m de craie marneuse gris pâle à *I. labiatus*, à silex peu abondants.

Les affleurements de la craie sont généralement peu nets, masqués ou englués par les placages d'argiles résiduelles à silex ou par les épandages éocènes. Sa présence n'est décelée sous ces derniers que grâce à des travaux traversant la couche sablo-argileuse ou lorsque celle-ci est amincie : bordure sud de la feuille, entre les Bahuères (458 – 2323) et Madère (462 – 2322).

La craie est le plus souvent mal stratifiée et plus ou moins marneuse, sableuse ou micacée, parfois marbrée de jaune (le Moulin du Vivier, 457,6 – 2326,5), marneuse dans sa partie inférieure (7-8 m). Elle peut présenter des stratifications obliques à inclinaison N à NW comme aux Thuaudières (458,5 – 2338,4).

Les premières manifestations siliceuses se présentent tantôt sous forme de petits cherts gris se développant autour de bioclastes, à l'Ouest de Challes ainsi qu'au Nord-Est, aux Brosses (758,3 – 2326,6) ; tantôt sous forme de gros silex noduleux, tuberculeux ou branchus, localement très abondants, au Nord de la butte des Boutinières. Plus haut dans la formation, les silex sont mieux individualisés avec un cortex épais, individualisés en cordons ou en lits.

Au microscope, la craie apparaît constituée d'une micrite argileuse, biodétritique à foraminifères planctoniques, radiolaires, spicules de spongiaires, rares entroques et débris prismatiques de tests d'Inocérames. Les silex sont essentiellement formés d'opale, la silicification en est imparfaite et des reliques de calcaire micritique et des granules ferrugineux subsistent. Le point de départ des silicifications se localise généralement sur des bioclastes.

Les fossiles y sont abondants, notamment : bivalves : *Exogyra columba* var. *gigas* et *major*, *Ostrea carinata*, *O. baylei*, *Ceratostreon flabellatum*, *Inoceramus labiatus*, *Arca nouelliana*, *Cyprina nouelliana*, *Trigonia scabra* ; ammonites : *Acanthoceras deveroides*, *Prionotropis papalis* ; brachiopodes : *Terebratulina bourgeoisii*, *Terebratula phaseolina*, *Rhynchonella cuvieri* ; oursins : *Holaster* cf. *carolimagni* silicifié et remanié dans l'Eocène à Crusson, *Nucleolites parallelus*, *Catopygus obtusus*, *Pachydiscus peramplus*, *Cidaris sceptra*, dans les parties sableuses ; serpulidés : *Ditrupea deformis* ; bryozoaires : Les bryozoaires sont localement abondants dans les faciès argilo-sableux au Vivier (458,0 – 2326,3), aux Brosses (458,3 – 2329,6). Y ont été également recueillis des débris d'insectes, de crustacés (pinces de *Callianassa archiaci*) et dents de poissons.

En sondages :

– à Montailié (477,85 – 2326,76), la craie a été traversée sur 27 m, marneuse et blanche dans la partie supérieure ; marneuse, grise, à Inocérames dans la partie inférieure ;

– à Soultré (458,50 – 2338,45), la base est marneuse à silex gris en rognons ou formant un banc ; les marnes furent autrefois exploitées ;

— à Parigné (452,65 – 2 327,83) : marnes sableuses à accidents siliceux et bryozoaires visibles sur 22 m. La base (z = 94 m) est marquée par des radioles d'oursins et des huitres.

C4. Sénonien en débris ou cachés. Des affleurements de craie de Villedieu sont signalés par Guillier (1886) et portés sur la carte à 1/80 000, aux environs de Connerré : craie sableuse jaunâtre, à bancs noduleux à *Spondylus truncatus*, *Exogyra auricularis*, *Cidaris pistillum*. L'emplacement de ces affleurements, aujourd'hui masqués par les formations superficielles ou la végétation, a été néanmoins signalé sur la carte. On peut toutefois y recueillir des rognons de craie jaunâtre attribuables à cette formation. Ce Sénonien a été recoupé par la tranchée du TGV-Atlantique dans la butte de Montaigu (463,5 – 2340,5). Il s'agit d'une craie à bryozoaires, d'une formation glauconieuse altérée passant, à son sommet, à des sables à silex qui pourraient, avec une partie de l'argile à silex, être une formation résiduelle du Sénonien (G. Mary et R. Giodarno, 1987). La tranchée n'étant pas figurée sur le fond topographique, l'affleurement n'a pu être reporté.

TERTIAIRE

e. Eocène. Sables et grès à Sabalites. La base sableuse de ces niveaux laguno-lacustres est généralement attribuée au Lutétien, la partie supérieure, plus argileuse et comportant quelques bancs calcaires, au Bartonien.

Formation à dominante sableuse, elle est particulièrement développée dans la moitié sud de la feuille où elle peut dépasser 20 m. Les sables constituent, le plus souvent, des placages peu épais, moulés sur une paléotopographie. De ce fait, leur puissance totale ne peut être évaluée avec certitude qu'en carrière ou en sondages.

Les sables recouvrent indifféremment tous les terrains de la série mésozoïque décrite. Sur les plateaux crayeux et leur bordure, vers l'Est de la feuille, ils passent vers le bas, de façon continue, aux argiles résiduelles à silex. En quelques endroits toutefois, les sables reposent directement sur le substratum décapé de son argile à silex, soulignant ainsi la reprise de l'érosion avant leur dépôt : entre Challes et les Sapins de la Saule, de part et d'autre de la vallée du Narais, les sables fossilisent une paléotopographie bien marquée, recoupant la craie turonienne et les marnes sous-jacentes.

Il en est de même à Renusson (456 – 2327), à Beauregard (460 – 2328) au Nord-Ouest de Volnay. Ce contact franc a été également observé en sondages au Sud-Ouest d'Ardenay-sur-Merize sur les marnes à *P. biau-riculata*, à Sainte-Osmane sur les sables du Perche, au Sud-Ouest et au Sud de Coudrecieux sur les niveaux à *C. obtusus*, à Sainte-Cérotte sur la base de la craie turonienne, et à l'intérieur de la boutonnière du Jalais. Les contacts francs, observés à l'affleurement, s'organisent en une bande SW-NE, parallèle à l'axe du Jalais.

Lorsque les terrains éocènes reposent sur les formations sableuses cénomaniennes, le remaniement de ces dernières rend l'établissement d'une limite précise difficile (vallées de la Hune, bois de Loudon).

Les sables sont de couleurs variées : gris, blancs, rouges, bruns, jaunes... Généralement fins, ils contiennent des éléments divers : fragments de silex "sains" et de silex "cariés", partiellement désilicifiés, à l'aspect spongieux ; des débris meuliers et gréseux ; des galets centimétriques quartzeux ou quartzitiques.

La partie basale de ces sables semble sous la dépendance étroite du substrat : sable grossier sur substrat cénomaniens, auquel se mêlent des fossiles silicifiés : huîtres, spongiaires, polypiers ; sable argileux, riche en silex peu altérés sur l'argile résiduelle à silex. On y observe parfois des granules ferrugineux rougeâtres (Sainte-Cérotte, Montailly) ou des débris de grès à ciment brun noirâtre. A. Guillier y voyait des restes de Sidérolithique.

Outre l'enrichissement argileux noté à proximité des argiles résiduelles à silex, les argiles (eM) brun-rouge à vertes y sont fréquentes (kaolinite et goéthite) : tantôt mêlées au sable, tantôt en lits ou bancs nettement individualisés. Ces niveaux sont parfois enrichis en micas détritiques, le plus important de ceux-ci se développe sur 1 à 2 m d'épaisseur au Nord des Boutinières (457,7 - 2328,7), au Sud de Challes (456,5 - 2325,3), à la Boulaie (457,5 - 2323,4).

A l'Est de la feuille, les niveaux micacés sont moins individualisés, argile et micas se répartissant dans la masse sableuse : au Sud de Saint-Michel-de-Chavaigne (468,2 - 2334,3), au Sud-Ouest de Sainte-Cérotte (475,3 - 2322,5). L'altitude de ces niveaux micacés s'élève de l'Ouest (125 m) à l'Est (140-150 m). Un niveau micacé, dépourvu d'argile, a été traversé en sondage à Parigné-l'Évêque (452,65 - 2327,83), de 121 à 117 m d'altitude, sous 6 m d'argile.

Grès. Les grès peuvent se développer, en lentilles irrégulières, à tous les niveaux de la masse sableuse ; ils semblent toutefois plus abondants dans la partie supérieure de celle-ci.

Le plus souvent massifs, parfois stratifiés, ils sont alors recouverts par des grès massifs : aux Rochers (454,8 - 2333,1) ; ou en lentilles irrégulières : Bois de Corbuon (461 - 2323). Ce sont des grès à ciment siliceux (calcédoine, opale, quartz microcristallin) souvent très durs, parfois quartzitisés, de grain moyen (0,25 mm) à grossier (1 mm), plus rarement très grossier.

Le ciment peut être plus ou moins imprégné d'oxydes de fer, localement dominants : à Beauregard (472,3 - 2327,3), dans le bois de Loudon (452,5 - 2333,5), à Corbuon (461,0 - 2324,2), au bois de la Perche (459,0 - 2329,5), à la Chouanas (454,4 - 2322,5). Dans ce type de grès, les grains de quartz les plus gros sont généralement corrodés.

Certaines lentilles gréseuses sont complètement quartzitisées, un encroûtement ferrugineux soulignant parfois le contour primitif des grains : à la Foucaudière (457,9 - 2330,3), dans les Landes de Vaugautier (454 - 2322 à 2324), au Sud de Challes (456,6 - 2326,0) et dans le bois des Brosses (458,9 - 2328,7). Ces lentilles quartzitiques sont cantonnées à la partie supérieure des formations sableuses les plus épaisses.

Les éléments des grès sont essentiellement quartzeux à grains variables, tant par leur morphologie que par leur taille, les plus gros étant le

plus souvent polycristallins. Tourmaline et zircon sont les minéraux lourds les plus représentés, accompagnés de muscovite et de glauconie.

Les traces fossiles observées dans les grès sont rares : tubes de vers et fragments de tests de mollusques silicifiés. Toutefois, les traces végétales signalées par les auteurs sont nombreuses : *Sabalites andegevensis*, *Flabellaria saportana*, *Araucarites rognei*, *Podocarpus suessonensis*, *Myrica oenula*, *Quercus lamberti*, *Ficus giebeli*, *Laurus forbesi*.

Les sables renferment parfois des débris de mollusques (Planorbis, *Limnea longiscata*) abondants un peu au-delà de la limite nord de la feuille (466 – 2342).

Conglomérats. Par places, la grésification s'est réalisée en plusieurs temps, donnant aux bancs ou lentilles l'aspect de brèche gréseuse, incluant fréquemment des débris de silex : dans le bois des Brosses (458 – 2329), au Sud de Surfonds (459,3 – 2331,3), au Sud de Bouloire (466 – 2331), entre Volnay et Challes, où le ciment est ferruginisé, ainsi qu'à Ardenay. La limonitisation du ciment est parfois telle qu'elle a justifié autrefois son exploitation par puits dans la forêt de Vibraye, le long de la ligne des Lindelles (gouffres de Maintenon, actuellement inondés).

L'altitude des conglomérats observés s'élève de 135 m à la latitude de Bouloire, à 160m au Sud de la feuille. Des blocs de poudingue gréseux dissocié ont été observés à des altitudes moindres : au Sud-Ouest d'Ardenay-sur-Merize et à l'Est de l'étang de Loudon.

Meulières et silicifications. La partie sommitale des sables est marquée par l'abondance des meulières. Celles-ci semblent constituer l'entablement des buttes bordant le bois de Loudon au Sud, notamment à Montmorillon (454,5 – 2330,5) où affleure une meulière blonde conglomératique à éléments meuliers décimétriques. Le processus de formation serait analogue à celui des brèches gréseuses évoquées plus haut. Il en est de même à l'Ouest des Tronchets (465,2 – 2336,6). Dans le quart sud-est de la feuille, moins disséqué par l'érosion, les affleurements de meulière conglomératique sont très abondants entre Bouloire et Evallé.

Les affleurements les plus importants se développent entre Tresson et Ecorpain, vers la Grande Borde (471 – 2326), où les blocs de poudingue meulier sont disposés suivant une bande SW-NE de quelques centaines de mètres de long sur environ 15 m de large. Au Sud d'Ecorpain (474,3 – 2326,5), les éléments du conglomérat, centimétriques, sont exclusivement constitués de grès fin, homométrique.

Lorsqu'elles sont en place, les meulières sont généralement incluses dans une matrice argilo-sableuse rougeâtre à vert pâle. Leur altitude s'élève du Nord-Ouest (100 m) au Sud-Est (150-160 m).

En lame mince, les meulières apparaissent formées d'une trame de calcédonite, parfois imprégnée d'oxydes ferrugineux. Les traces organiques peuvent y être nombreuses : empreintes végétales, charophytes, moules de petites gastéropodes (Hydrobies, Bithynelles). On peut y observer localement des organismes d'origine marine : bryozoaires en thalle, foraminifères planctoniques. Au Sud du bois de Loudon, butte de Montmorillon (454,5 – 2330,8), ce niveau se situe à la cote de base de la

craie et représente probablement un reliquat crayeux silicifié à l'Eocène. De même, à l'Est de Surfonds, à Boisnet (462 - 2332) où la proximité de la craie laisse supposer le même processus de formation, les terrains éocènes y recouvrent "en discordance" craie et argiles résiduelles à silex. A l'Ouest d'Evailly, aux Noues (471,2 - 2324,2), des blocs de même type sont emballés dans une argile sableuse à débris passant progressivement aux argiles résiduelles à silex. A la Bouvrie (457,0 - 2337,9), près de Saint-Denis-du-Tertre, a été observée une meulière blanche et rousse à empreinte de *Chlamys* cf. *subacuta* du Crétacé.

La meulière peut donc résulter, en partie, de la silicification des niveaux crétacés sous-jacents.

Lorsqu'elle est blanche, elle a été parfois notée en "calcaire bartonien" sur les feuilles à 1/80 000 : au Rond des Pins (455 - 2333), dans l'Est du bois de Loudon. Aux Brosses, la décoloration de la meulière est associée à sa désilicification, la roche prenant alors un aspect crayeux, bien que tout carbonate en soit absent.

Les silicifications revêtent parfois un aspect particulier, de type croûte (silcrête) toujours fragmentée : au Sud de Surfonds (459,3 - 2331,3), aux Relandières (458 - 2332), prenant l'aspect "croûte de pain", au Nord-Est de Volnay (461,05 - 2328,25) ou en "chou-fleur" à la Brissonnière (460,7 - 2325,7). Ce type de silicification ne se trouve que dans la partie sommitale de la formation.

e6. Calcaire lacustre plus ou moins silicifié. Le calcaire est moins abondant que le signale la carte à 1/80 000, quelques lambeaux en subsistent sur les points hauts, à Montaigu, au Sud de Bouloire, à Ardenay-sur-Merize, à Bouloire et à Parigné-l'Evêque, où un puits, creusé sur le plateau, l'atteint à 6 m de profondeur. Il ne forme pas de couche continue, se présentant sous forme de rognons (notés e6) emballés dans une matrice et semble s'intercaler stratigraphiquement entre les sables et grès et les argiles à meulières, ou à la base de celles-ci.

Vers la Chouanas (454,4 - 2322,5), des rognons de calcaire blanc partiellement silicifié, à petits gastéropodes, s'intercalent dans les sables supportant les grès. Ce niveau pourrait être rapproché du calcaire de Pruilé-le-Chélif, décrit sur la feuille Le Mans à 1/50 000.

Calcaires et meulières renferment des restes de petits gastéropodes dulcaquicoles : *Cyclostoma*, *Hydrobia*.

En sondages, la formation éocène atteint 20m à Sainte-Cérotte (476,66 - 2323,8) où la base, colorée en rouge, est riche en débris des formations sous-jacentes, notamment en silex.

A Parigné (453,2 - 2324,9), dominant des argiles sableuses grises ou jaunes, chargées de débris meuliers ou de silex altérés. A Ecorpain (474,9 - 2328,0), l'Eocène repose sur l'argile résiduelle à silex. Les niveaux de base constitués d'argile blanche atteignent 6 m d'épaisseur.

A Coudrecieux (470,88 - 2330,96), les terrains attribués à l'Eocène sont particulièrement épais (44 m), de bas en haut : 18 m de sables fins à concrétions ferrugineuses, 2 m de sable fin, bariolé ; 8 m de sable argileux, grossier, rouge, 16 m d'argiles sableuses à silex débutant par un lit d'argiles blanches. Base à z = 135 m.

FORMATIONS SUPERFICIELLES – QUATERNAIRE

Rs. Argile rougeâtre à silex résiduels de la craie. L'épaisseur en est variable : de pelliculaire (1 m) elle atteint 14 m au sondage de Coudrecieux.

L'argile à silex, le plus souvent rouge ou brunâtre, parfois polychrome, renferme de très nombreux silex entiers ou en éclats. Ces derniers sont localement concentrés par lessivage de l'argile dans la partie supérieure.

Contrairement aux sables éocènes, elle ne contient pas de silex altérés ; lorsqu'on y en rencontre, il s'agit des restes de la couverture éocène mêlés à l'argile par cryoturbation.

L'argile à silex constitue une couverture irrégulière recouvrant la craie, ou même les sables du Perche, là où l'altération a fait disparaître les niveaux carbonatés. Elle peut être considérée comme le résidu en place de la corrosion cryptokarstique de la craie (Klein, 1973).

Aux Thuaudières (458,5 – 2338,3), où elle atteint 14 m d'épaisseur, Guillier (1886) y a distingué plusieurs niveaux :

- argiles jaunes à silex ou "terre à pommiers", 1 m ;
- argiles rouges ou brunes "foie de boeuf et chenard", 8 m ;
- argiles vert pâle "falaise grasse", 5,4 m.

La composition argileuse en est variable : smectites, kaolinite, illite accessoire.

Localement, l'érosion a pu éliminer les argiles avant le dépôt des formations éocènes. Cette disparition est visible, tant à l'affleurement qu'en sondages (voir au chapitre Eocène), à Parigné, Ardenay, Sainte-Cérotte, Sainte-Osmane, Coudrecieux. Le plus souvent, elles s'intercalent entre l'Eocène et son substratum, par exemple à Ecorpain (474,9 – 2328,0), où elles atteignent 7,50 m d'épaisseur ; la partie inférieure est dépourvue de silex. Elles peuvent enfin exister seules à Soultré (458,50 – 2338,45), sur une dizaine de mètres d'épaisseur, en l'absence de toute couverture.

La période de leur formation, commencée dès la fin du Crétacé supérieur, s'est poursuivie pendant le Paléocène, l'Eocène et peut-être même au-delà. Il est, en effet, possible d'admettre que l'altération de la craie ait pu se développer sous couverture. C'est pourquoi le caisson représentatif a été isolé du reste de la série stratigraphique.

Fv, Fw, Fx, Fy. Alluvions anciennes. Essentiellement limitées à la vallée de l'Huisne, elles sont disposées en terrasses, emboîtées et très souvent démantelées par l'érosion récente. Les plus anciennes ne subsistent que sur le versant nord de la vallée.

Fv. Très haute terrasse du niveau 35-50 m. On y observe des sables jaunes à galets de silex arrondis. Elle ne forme que des lambeaux de petite taille.

Fw. Haute terrasse du niveau 18-30 m. Epaisse de 2 à 3 m, elle apparaît formée de sables jaunes à galets de silex rubéfiés, dont la taille n'atteint pas 1 dm. Il s'y mêle parfois des argiles marbrées, rouges et vertes.

Fx. Moyenne terrasse du niveau 8-15 m. Epaisse de 3-4 m. Les sables en sont fins, colorés en rouge ou brun par des hydroxydes de fer. Les galets de silex ne dépassent pas quelques centimètres.

Fy. Basse terrasse du niveau 2-5 m. Epais de 4 à 8 m, ses dépôts en sont formés de sables, de graviers et de galets de silex auxquels se mêlent quelques galets de calcaire oolithique jurassique. Des lits à gros galets alternent avec des niveaux graveleux ou sablo-argileux pouvant contenir des blocs de grès charriés par des radeaux de glace (Saint-Mars-la-Brière). Les silex sont émoussés, mais la présence de silex anguleux pourrait témoigner de l'importance des apports latéraux dans l'alimentation de cette formation. Aux silex se mêlent des galets quartzeux d'origine cénomanienne. Le matériel grossier est entrecoupé de lits ou de lentilles d'argile grise à rousse.

La basse terrasse occupe une surface importante des rives de l'Huisne, parfois en placages peu épais, laissant apparaître le substratum qui, alors, est mentionné. Il y a été retrouvé des restes de l'industrie moustérienne. Elle serait donc d'âge wurmien. Sa surface peut prendre, à la suite des effets érosifs de bordure et de pied de versant, une allure bombée (à l'Est de Pont-de-Gennes). Ailleurs, il est parfois difficile d'établir la limite entre alluvions et sables cénomaniens ou tertiaires, en raison du glissement de ces derniers sur les pentes dominant les alluvions.

Des placages d'alluvions anciennes, formant terrasse à 2-5 m, ont été attribués à ce niveau : dans la partie aval de la Longuève et entre Volnay et Saint-Mars-de-Locquenay, au confluent de l'Arche et de la Hune, où le matériel remanié est d'origine éocène.

Des sondages effectués dans la basse terrasse montrent un enrichissement en argile de la partie supérieure des sables cénomaniens du substratum. A Saint-Mars-la-Brière (453,29 – 2339,33 et 453,29 – 2339,28), un niveau de tuf a été traversé vers 3 m de profondeur.

Fz. Alluvions actuelles ou récentes. L'extension des alluvions récentes ou actuelles correspond généralement au lit majeur des cours d'eau.

Dans la vallée de l'Huisne, à Connerré, ces sables argileux, très fins, atteignent 5 m d'épaisseur. Leurs dépôts argilo-sableux couvrent de grandes surfaces dans la vallée de l'Huisne : limons sablonneux, micacés, sables blonds à grains de quartz.

Ces alluvions comportent parfois de la *tourbe* (T) qui fut autrefois exploitée : dans la vallée de la Sourice, du Narais aux Moulières ("tor" 454,6 – 2325,2), au château de Lassay (467,3 – 2338,0).

Dans les secteurs déprimés, telle la "gouttière" d'Ardenay, s'installent des zones marécageuses conservant la matière organique à laquelle s'associent des hydroxydes de fer qui constituaient le "minerai de fer des marais". Les cours d'eau s'y subdivisent fréquemment en plusieurs bras.

Lorsque les pentes voisines sont suffisamment fortes, les *formations de pente* (C) peuvent venir peu à peu recouvrir les alluvions, comme en amont de Challes, au pied de la butte des Boutinières.

Les dépressions marécageuses s'étendant à l'Ouest du cours aval du Narais ont été représentées en Fz, en raison du développement des dépôts limoneux qui, en tapissant le fond, masquent le substrat.

CV. Accumulation de fond de vallée. Ces dépôts occupent une position morphologique bien particulière, nappant le bas des versants et comblant en partie le fond des vallons. Ils sont donc d'âge récent. Ils reposent sur toutes les séries plus anciennes, sans distinction, et portent le sol actuel.

Ces colluvions, déposées par les eaux de ruissellement, sont formées d'un mélange essentiellement limono-sableux. Elles remanient les limons des plateaux et la fraction sableuse, ainsi que de petits fragments lithiques, de l'argile à silex et des formations éocènes. En bas de versant, elles recouvrent généralement des formations de solifluxion caillouteuses.

LP. Limons des plateaux. Leur épaisseur moyenne ne dépasse pas 1 à 2 m. Leur formation est attribuée au Würm récent.

Il s'agit, pour partie, d'un dépôt éolien et du produit d'altération du substratum. Sablonneux et ferrifère sur le Cénomaniens, ils sont plus épais sur l'argile à silex et couvrent la majeure partie du plateau calaisien. Sur l'Eocène, le sablon argileux, beige à roux, homogène, qui les constitue, est plus fin que les sables du substrat et dépourvu de silex. On y rencontre néanmoins des fragments de grès et de meulière (LPe). Dépourvu de calcaire, il est parfois très argileux (région de Tresson).

Ce limon est composé de 70-80 % de particules, essentiellement du quartz ; les argiles constitutives sont de la kaolinite et des interstratifiés illite - montmorillonite.

Des sables éoliens recouvrent parfois les terrasses alluviales, ou constituent des placages limités en contrebas des surfaces éocènes (au Sud de Surfonds, par ex.).

X. Remblais. Les dépôts anthropiques cartographiés sont limités au remblaiement d'anciennes carrières : sablières en bordure de l'Huisne, carrière d'argile de la tuilerie de la Roche. Le réaménagement qui suit le remblaiement peut ou pourra masquer la nature et l'extension de celui-ci.

HISTOIRE TECTONIQUE

La région est caractérisée par la présence de tectoniques superposées, croisées : la direction majeure d'axe SW-NE, matérialisée par la "boutonnière" ou "horst" du Jalais est recoupée par des déformations secondaires, d'axes WSW-ENE, subsistant seules à l'Est de la feuille (dôme de Vibraye), et par le synclinal faillé du Narais. Les effets de cette superposition sont surtout matérialisés dans l'Ouest de la feuille : le croisement des ondulations synclinales donnant naissance à des cuvettes, celui des ondulations anticlinales donnant des dômes tel celui de Parigné. A plus petite échelle, les effets de cette tectonique croisée sont bien visibles à l'intérieur même du Jalais, dans sa partie septentrionale.

Ainsi que le faisait remarquer Dangeard (1943), les déformations amorcées avant le Crétacé, marquées par des variations d'épaisseur importantes au voisinage du Jalais, se sont accentuées au Tertiaire et se sont poursuivies jusqu'à une époque relativement récente, "tellement est grand l'accord entre la tectonique, le relief et l'hydrographie".

Les failles régionales

Des failles, nombreuses dans la partie nord où elles se raccordent à la faille de l'Huisne, viennent trancher ou accentuer les structures plissées. Leur rejet maximum est de l'ordre d'une vingtaine de mètres. Il est à remarquer que le "horst" du Jalais semble, en fait, n'être qu'un demi-horst, sa bordure sud-orientale correspondant plutôt à une zone de flexuration (pouvant être localement rompue).

La faille du Narais n'a pu être décelée que grâce aux forages effectués pour le prélèvement d'eau de table à Ardenay-sur-Merize. Elle est, en effet, masquée en surface par le recouvrement des sables éocènes peu propices à la conservation de la trace d'accidents cassants.

La fracturation à grande échelle

Outre les failles observées, les formations compétentes sont traversées par des réseaux de fractures congénères des déformations enregistrées. La superposition de ces réseaux souligne bien la succession des phases de déformation ayant affecté la région :

- dans les grès éocènes, à Corbuon (461 - 2325), le réseau est simple : fractures majeures suivant $N160^{\circ}-180^{\circ}$, accompagnées de fractures à $N090^{\circ}$. C'est la phase la plus récente qui est enregistrée ;
- dans le Crétacé, une ou des phases anté-éocènes sont marquées par une fracturation majeure d'orientation sensiblement $N020^{\circ}$ associée à $N90^{\circ}-110^{\circ}$, visible à l'Orfrairie (461,9 - 2339,1), aux Thuaudières (458,5 - 2329,1). Il s'y superpose, dans ce dernier site ainsi que dans l'axe du dôme de Vibraye, aux Chesneaux (463 - 2332), des fractures à $N040^{\circ}-050^{\circ}$ et $N150^{\circ}-160^{\circ}$ congénères de la formation de cette dernière structure ;
- dans le calcaire corallien jurassique du Jalais, outre les fracturations déjà notées, se développent des pics stylolithiques horizontaux orientés à $N150^{\circ}$ et $N030^{\circ}$ (Suzzoni, 1985).

Les contraintes de la dernière phase ont fait réagir de façon dextre les fractures subméridiennes préexistantes (Les Thuaudières et calcaires jurassiques).

Toutes les fractures observées sont verticales ou à fort pendage, exception faite à la carrière des Blinières (454,2 - 2329,1) où les diaclases, de direction $N015^{\circ}$, sont inclinées à 20° ESE. Il faut voir là un effet de fluage des marnes sous-jacentes à la craie plutôt que le résultat de contraintes régionales.

Calendrier tectonique

La superposition des structures observées conduit à l'établissement d'un calendrier des épisodes tectoniques majeurs :

- 1ère phase de raccourcissement d'axe N150°-160° : stylolites, plis du Jalais, dôme de Vibraye ;
- 2ème phase d'axe N010° : jeu vertical des failles subméridiennes ;
- 3ème phase d'axe N020°-040° : synclinal du Narais, stylolites, jeu dextre des fractures méridiennes, d'âge post-turonien et anté-éocène ;
- 4ème phase d'axe sensiblement N-S, post-éocène, à laquelle on pourrait rapporter le jeu senestre de la faille de l'Huisne.

Les phases proposées ne sont que des étapes de l'évolution structurale de la région, celle-ci devant être considérée comme continue depuis le Crétacé (et peut-être même le Jurassique) jusqu'à nos jours, l'évolution récente étant soulignée par l'hydromorphogenèse (voir le chapitre hydrogéologie).

OCCUPATION DU SOL

SOLS, VEGETATION ET CULTURES

Les formations carbonatées

Elles n'offrent que des affleurements limités (Jurassique du Jalais, Turonien).

Sur le Jurassique supérieur du Jalais, la cryoturbation a facilement dissocié la partie superficielle des calcaires coralliens (j4c) pour donner un sol clair, léger et sec, de type rendzine, alors que les quelques affleurements des sables du Vairais (j4b) donnent des terres légères, ocres ou rousses.

Sur les marnes à *P. biauriculata* et la craie marneuse du Turonien basal, s'installent des zones humides, ponctuées par les excavations des anciennes marnières.

Les formations argilo-sableuses

L'ensemble du paysage est dominé par l'influence des formations argilo-sableuses. Sols et végétation qu'on y rencontre peuvent être regroupés en trois grandes catégories.

● **Les formations de fond de vallée et de bordure.** Les sables céno-maniens seuls donnent naissance à des formes molles, aux pentes faibles supportant bois et taillis. Les niveaux gréseux y forment des ressauts interrompant la douceur de la topographie.

Les sols y sont brunâtres ou rouille, sableux et graveleux. Dans les zones mouillées des sables et des alluvions, mal drainées, se développent des tourbières oligotrophes à sphaignes ou à carex : vallée du Narais, Saint-Mars-la-Brière, ruisseau de Combray près d'Ardenay. Latéralement, les formations alluviales, mieux drainées, se peuplent de trembles et de bouleaux (tourbière mésotrophe boisée). Sur les alluvions récentes, apparaissent des prairies mésohygrophiles sur le sol brun, même si le gley existe en profondeur. Plus loin des zones humides, les alluvions anciennes supportent une pelouse mésoxérophylle (*Corynephoton*) vers Pont-de-Gennes ou, sur podzol frais, des landes sèches méso-philés à *Ulex nannus* (*Ulici-Ericion*). Les parties boisées, entre Saint-

Mars-la-Brière et Ardenay, sont surtout peuplées de résineux, mêlés par places de robiniers et d'îlots de chesnaie oligotrophe à *Q. pedunculata*.

● **Les sables de zone sèche** sont le domaine des landes acides à callunes et bruyères dominant un tapis de lichens gris (cladonies). La lande, peuplée de bouleaux, est colonisée localement par le châtaignier, plus rarement par le chêne tauzin ou chêne brosse (Les Brosses, au Nord-Est de Challes). Elle a été largement plantée en pins maritimes au XVIIIe siècle : bois de Loudon et de Vaugautier.

● **Les zones argileuses du plateau calaisien** étaient autrefois largement boisées. De nombreux toponymes témoignent encore de cette sylve passée : les Charmeraias, les Saulinières, la Rablaie (érables), la Fresnaie, les Chênes... La régression de la forêt apparaît également dans la toponymie marquant les anciens bordages : la Borde, le Bordage... La forêt de Vibraye et le bois des Loges donnent encore un aperçu de ce que fut le plateau Calaisien. Des landes à *Pteridium* ou à callunes occupaient néanmoins les parties pierreuses et sableuses (Bouloire, Coudrecieux, Sainte-Cérotte). Les parties les plus humides voyaient se développer moliniaie et chesnaie pédonculée.

L'agriculture a quelque peu modifié le paysage en adaptant l'utilisation du sol à la qualité du sous-sol : sur les sols sablonneux, asperges et ribésiées (cassis) ; prairies et vergers de pommiers sur l'argile à silex, la "terre à pommiers". Avec la mécanisation et les engrais, les emblavures ont quitté le limon des plateaux pour gagner sur les sables à silex avec maïs et choux. Les exploitations restent néanmoins de petite taille et l'habitat, hors des zones forestières, reste très dispersé.

GÉOGRAPHIE HUMAINE

L'homme s'installa de façon précoce et générale comme en témoigne la dissémination des mégalites (en grès éocène) sur toute l'étendue de la feuille. Certains sont encore visibles : le menhir de Pierre-Fiche à Duneau, des dolmens : la Pierre-Couverte à Connerré, la Pierre-Plate dans les Sapins des Pauvres à Saint-Mars-de-Locquenay, la Pierre-Plate encore dans le bois de Marchevert. D'autres mégalites, maintenant détruits, existaient à Coudrecieux et Tresson.

RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS

HYDROGÉOLOGIE

Le réseau hydrographique

La région ne possède que peu de sources bien individualisées. Ceci en raison de l'abondance des formations drainantes superficielles, essentiellement les sables à silex de l'Eocène, dont les colluvions absorbent et diffusent l'eau des exutoires éventuels. Il en résulte également un déplacement vers l'aval de la tête des cours d'eau repoussée par les matériaux colluvionnés comblant le thalweg (CV).

Le tracé du réseau hydrographique est sous la dépendance directe des structures. Le dôme de Vibraye sépare ainsi le bassin du Loir au Sud-Est : Anille, Tusson, Etangson, Veuve, de celui de l'Huisne - Sarthe au Nord-Ouest : Dué, Longuève, Nogue, Tortue, Narais et ses affluents (Merize, Sourice, Hune, Vivier). Le cours de la Merize s'infléchit vers le Sud-Ouest au contact de la structure du Jalais. Entre Challes et son confluent avec la Sourice, c'est-à-dire dans l'axe du dôme de Vibraye, le Narais s'enfonce dans ses alluvions, alors qu'en aval et en amont de cette zone son lit divague dans des alluvions plus ou moins tourbeuses, témoignant ainsi de la réactivation tectonique de cette structure alors que le Jalais semble sans influence.

Quelques cours d'eau (Dué, Tortue) divisent leur lit en branches multiples dans les zones planes ou en dépression.

Les nappes

La nappe phréatique générale drainant la partie nord-ouest de la région est exploitée dans les alluvions anciennes. L'eau y est chargée en fer et en manganèse.

Quatre autres nappes ont été identifiées, les trois supérieures étant supportées par des formations imperméables, argiles éocènes, argiles à silex, marnes du passage Cénomaniens - Turonien.

● **La nappe de l'Eocène.** Les variations latérales importantes de la lithologie provoque de grandes irrégularités de sa répartition. Elle peut néanmoins donner des eaux de bonne qualité en raison du bon pouvoir filtrant des sables à silex, à condition que les prélèvements soient suffisamment éloignés des sources de pollution chimique (nitrates et pesticides).

Lorsque les conglomérats de base sont chargés de limonite, peuvent apparaître des sources d'eau ferrugineuse (hydrocarbonates de fer et de calcium) : source du Gué à l'Aune, au Nord de Challes, sources des carrières de la forêt de Vibraye, issues d'anciennes carrières.

● **La nappe de l'argile à silex.** Etablie sur les niveaux de base, plus argileux, elle est peu exploitée en raison de son agressivité et des faibles réserves qui la constituent, la rendant très sensible aux variations saisonnières. A Ecorpain, la surface en est à 13 m de profondeur (z = 145 m).

● **La nappe de la craie.** Celle-ci se développe sur le plateau calaisien, à une profondeur variant de 19 m (Sainte-Cérotte) à 27 m (Montaillé). Nappe de type karstique, elle peut être génératrice de fontis localisés au quart sud-est de la feuille. Elle se montre légèrement artésienne à Parigné-l'Évêque : nappe à 108 m, surface piézométrique à 114 m.

● **La nappe cénomaniens.** Nappe importante donnant une eau douce, souvent riche en fer. Elle est exploitée et embouteillée à Ardenay-sur-Merize (Cristal-Roc), à une trentaine de mètres de profondeur, sous la couverture protectrice des marnes du Cénomaniens supérieur qui l'isole de la nappe alluviale du Narais.

Ses cotes les plus basses se situent au Nord du dôme de Vibraye, 95 m à Saint-Michel-de-Chavaignes, et s'élèvent de part et d'autre : 103 m au Breil-sur-Merize, 115-130 m sur l'axe du dôme.

● **La nappe jurassique.** Les marnes à Pernes du Jurassique supérieur soutiennent également, dans le Jalais, une nappe de faible profondeur, exploitée à Bricoin. C'est elle qui ennoie l'ancienne carrière de la Roche.

MINES ET CARRIÈRES

Si, aujourd'hui, seules quelques ballastières et sablières restent en exploitation, naguère de multiples carrières artisanales extrayaient des matériaux variés du sous-sol.

Dans le *Jurassique*, les marnes à Pernes (j4a) étaient exploitées à Soultré – Nuillé-le-Jalais, pour alimenter la tuilerie de la Roche. Le calcaire corallien (j4C), utilisé en moellons et matériel d'empierrement, était extrait à Thorigné-sur-Dué.

Dans le *Crétacé*, de grandes sablières ont exploité, ou exploitent encore temporairement, les sables du Maine et du Perche entrant dans la composition de mortiers (C1b-2b2) : butte de Montangis, butte du Pin de sucre, sablière de la Roche...

Les niveaux indurés ont été localement utilisés dans la construction : pierres de taille à Dollon ($R_c = 433,6 \text{ kg/cm}^2$), moellons de grès roussard. A. Guiller signale l'exploitation ancienne d'ocre jaune ou rouge à Parigné-l'Évêque.

Les marnes de la limite Cénomaniens – Turoniens (C2b2) furent abondamment utilisées en amendement : aux Blinières, à Sainte-Cérotte, aux Thuaudières dont la carrière alimentait également un four à chaux.

La craie turonienne (C3a) fournit du tuffeau, peu utilisé en raison de ses propriétés médiocres ($R_c = 32,49 \text{ kg/cm}^2$), à Parigné-l'Évêque (les Boutinières).

Dans l'*Eocène*, sables et grès ont été l'objet de petites exploitations, aujourd'hui éteintes : à Coudrecieux (sable pour nettoyage), à Bouloire, Connerré, Parigné-l'Évêque. Si le sable fut peu exploité sur l'étendue de la feuille, il faut néanmoins rappeler que la verrerie du château de la Pierre était alimentée en sables éocènes provenant de Duneau.

Les formations consolidées ont été utilisées localement : les conglomérats à silex en moellons, à Parigné et Ardenay ; les conglomérats ferrugineux, plus tendres, à Bouloire, Sainte-Cérotte, Tresson... Les grès, qui peuvent être très résistants ($R_c = 1\,408 \text{ kg/cm}^2$), ont été utilisés pour construire l'église de Bouloire. Les meuliers ont fourni quelques meules à Ardenay. Rappelons aussi l'exploitation artisanale du fer imprégnant le ciment des conglomérats éocènes dans la forêt de Vibraye.

Dans les *formations quaternaires*, les alluvions anciennes de l'Huisne sont encore activement exploitées en ballastières et sablières, entre Connerré et Saint-Mars-la-Brière.

De la tourbe fut extraite des alluvions récentes du Narais et de la Nogué.

Le limon des plateaux, dépourvu de calcaire, était utilisé par des poteries et briquetteries, entre Evailly et Bouloire.

DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES

On pourra avoir une bonne idée des principaux faciès de la série stratigraphique et des structures en suivant l'itinéraire décrit pp. 157-159 dans le Guide géologique régional "Normandie" (Masson ed.). Cet itinéraire peut être complété par le parcours du flanc sud-est de la butte des Boutinières où abondent (au moment des labours) les fossiles des marnes à Pycnodontes et du niveau à *Catopygus*.

ORIENTATION BIBLIOGRAPHIQUE

ARBÉY F. et LORENZ J. (1986) - Découverte de deux épisodes évaporitiques dans le Sud du Bassin de Paris. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 303, Sér. II, n° 10, pp. 945-950.

DANGEARD L. (1943) - Sur les accidents tectoniques de la bordure occidentale du Bassin de Paris et, en particulier, sur ceux du Perche et du Haut-Maine. *Bull. Soc. géol. Fr.* (5), XII, pp. 73-79.

DANGEARD L. (1944) - Nouvelles observations sur la feuille du Mans au 80 000e. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n° 216, t. XLV, pp. 19-22.

DELAUNAY P. (1927-1941) - Le sol sarthois. Imp. Monnoyer, Le Mans, 9 t.

GUILLIER A. (1886) - Géologie du Département de la Sarthe. Comptoir géologique de Paris, Paris, 428 p., 48 fig.

JUIGNET P. (1974) - La transgression crétacée sur la bordure orientale du Massif armoricain : Aptien, Albien, Cénomaniens de Normandie et du Maine ; le stratotype du Cénomaniens. Thèse Université de Caen, 2 t.

JUIGNET P. (1980) - Cénomaniens *in*: Les étages et leur stratotype (Coord. C. Cavelier). *Mém. B.R.G.M.*, 109, pp. 130-138.

KLEIN C. (1973) - Massif armoricain et Bassin parisien. Contribution à l'étude géologique et géomorphologique d'un massif ancien et de ses enveloppes sédimentaires. Ass. pub. Univ. Strasbourg. Fond. Baulig, t. XII.

MARY G. et GIODARNO R. (1988) - Relations des bassins laguno-lacustres de l'Eocène supérieur sarthois avec la fracturation. Exemple du couloir décrochant du Jalais. *Géologie de la France*, n° 1, pp. 61-70.

MARY G. et al. (1987) - Journées sarthoises, journées d'études dans la Sarthe et l'Anjou. *Bull. inf. A.G.B.P.*, vol. 24, n° 3, pp. 9-44.

NICOLESCO C.P. (1944) - Révision de la feuille du Mans au 80 000e. Observations stratigraphiques et tectoniques. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n° 216, t. XLV, pp. 23-25.

PAIENDA O. (1987) - Les dépôts carbonatés oxfordiens de la bordure occidentale du Bassin parisien. Lithostratigraphie, microfaciès, paléogéographie. Thèse Univ. Rouen.

SUZZONI J.M. (1985) - Microfracturation et tectonique linéamentaire de la marge orientale du Massif armoricain. Thèse 3e cycle Univ. du Maine, 158 p., 67 fig., 6 pl.

Cartes consultées

Le Mans, 1/80 000. 2e éd., 1963, par C.P. Nicolesco et L. Dangeard.
Nogent-le-Rotrou, 1/80 000, 2e éd., 1948, par A. Bigot, L. Dangeard et P. Bassompierre.

Paléontologie

Les bivalves ont été déterminés par Mme S. Freinex ; les brachiopodes par Mmes A. Bouillier et D. Gaspard ; les madréporaires et spongiaires par M. G. Gill ; la microfaune jurassique par Mmes J. Lorenz (foraminifères) et R. Damotte (ostracodes).

DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES

La Banque de données du sous-sol du BRGM détient l'inventaire des sondages et autres travaux souterrains exécutés dans le périmètre de la feuille et archive régulièrement les nouveaux travaux. Ces documents peuvent être consultés au Service géologique régional Pays-de-Loire, 10, rue Henri Picherit, 44300 Nantes, ou bien au BRGM, Maison de la Géologie, 77, rue Claude Bernard, 75005 Paris.

AUTEUR DE LA NOTICE

Rédaction et coordination par Daniel OBERT.

Réalisation BRGM

Dépôt légal : 4ème trimestre 1988