



LA FLÈCHE

La carte géologique à 1/50 000
LA FLÈCHE est recouverte par la coupure
LA FLÈCHE (N° 92)
de la carte géologique de la France à 1/80 000.

Meslay- du-Maine	Loué	Le Mans
Château- Gontier	LA FLÈCHE	Ecommoy
Le Lion- d'Angers	Baugé	Le Lude

CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE A 1/50 000

LA FLÈCHE

par

J. LOUAIL, P. MORZADEC, A. LE HÉRISSE, R. BROSSÉ,

G. MOGUEDET, H. ETIENNE



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
LA FLÈCHE A 1/50 000**

par

**J. LOUAIL, P. MORZADEC, A. LE HÉRISSE, R. BROSSÉ,
G. MOGUEDET, H. ETIENNE**

1989

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

SOMMAIRE

	Pages
INTRODUCTION	5
<i>CADRE GÉOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE</i>	5
HISTOIRE GÉOLOGIQUE	6
<i>HISTOIRE PALÉOZOÏQUE</i>	6
<i>HISTOIRE MÉSOZOÏQUE</i>	7
DESCRIPTION DES TERRAINS	9
<i>FORMATIONS PRÉCAMBRIENNES</i>	9
<i>FORMATIONS PRIMAIRES</i>	9
<i>FORMATIONS SECONDAIRES</i>	13
<i>FORMATIONS TERTIAIRES</i>	18
<i>FORMATIONS SUPERFICIELLES ET RÉSIDUELLES</i>	19
TECTONIQUE	22
<i>ÉTUDE STRUCTURALE DES FORMATIONS PROTÉROZOÏQUES ET PALÉOZOÏQUES</i>	22
<i>REMARQUES STRUCTURALES CONCERNANT LA RÉPARTITION DES FORMATIONS MÉSO- ET CÉNOZOÏQUES</i>	28
RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS	29
<i>HYDROGÉOLOGIE</i>	29
<i>RESSOURCES MINÉRALES</i>	31
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE	32
<i>SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES</i>	32
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	34
<i>DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES</i>	37
AUTEURS DE LA NOTICE	37

INTRODUCTION

CADRE GÉOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE

La feuille La Flèche s'étend essentiellement sur le Sud du département de la Sarthe ; le Maine-et-Loire n'y est présent que par une faible surface dans l'angle sud-ouest.

Cette carte, presque entièrement délimitée par le cours de la Sarthe au Nord et à l'Ouest et celui du Loir au Sud, montre l'ennoyage du socle armoricain médio-oriental sous les assises mésozoïques du bassin de Paris. C'est ici que s'amorcent les auréoles du Jurassique normand, que l'on peut suivre sans discontinuité vers le Nord, jusqu'aux falaises de la Manche.

Ces terrains jurassiques sont à leur tour recouverts par les dépôts du Crétacé supérieur transgressif. Les premiers dépôts, datés du Cénomaniens, débordent largement les limites du Jurassique et reposent directement sur le socle hercynien. Sur la feuille voisine Château-Gontier se retrouve, 1 km plus à l'Ouest, le Lias de Précigné, mais on y observe également le Cénomaniens directement transgressif sur le Briovérien.

A l'Ouest de Courtiliers et de Précigné se marque une légère dépression entaillée dans les formations briovériennes du vaste domaine anticlinal de Château-Gontier qui sépare les synclinaux paléozoïques de Sablé au Nord et de Martigné-Ferchaud au Sud.

Le synclinal de Sablé, unité méridionale du synclinorium de Laval, affleure dans l'angle nord-ouest de la feuille où la formation des grès de Gahard dessine une terminaison périclinale autour de Solesmes.

Toute la partie médiane de la carte est le domaine de la champagne de Sablé, large plaine à substratum jurassique. Les dépôts argilo-graveleux du Cénomaniens inférieur et moyen (sables du Maine) sont généralement peu épais et souvent conservés dans des dépressions (karstiques) de la surface des calcaires.

L'extension réelle de cette "champagne", qui s'étend vers l'Est au-delà de Malicorne ainsi qu'au Nord de la vallée de la Sarthe, est en partie masquée par un grand placage alluvial qui la traverse en écharpe du Nord-Est au Sud-Ouest, jalonnant un ancien cours de la Sarthe.

Les points les plus élevés de la topographie (100 m) se trouvent dans l'angle sud-est de la feuille où subsiste le plateau tertiaire accidenté de failles comme celles qui, à l'Ouest de Bousse, limitent l'extension des formations lacustres bartoniennes.

Les formes les plus énergiques du relief sont celles que la Sarthe a creusées dans les assises jurassiques et paléozoïques. Dès l'aval de Dureil le cours de la rivière est bordé de falaises ou de versants à très forte pente (Pêcheseul, Parcé, Avoise, Solesmes). Le tracé de la Sarthe au travers du synclinal de Sablé est un remarquable exemple d'épigénie ; le réseau hydrographique s'est enfoncé par surimposition dans le socle paléozoïque à partir d'un tracé installé sur la couverture jurassique sus-jacente, transgressive et discordante.

HISTOIRE GÉOLOGIQUE

Les terrains reconnus sur la feuille La Flèche ont enregistré une très longue histoire géologique du Briovérien au Quaternaire.

Les dépôts les plus anciens connus sur la carte sont ceux du Briovérien, rapportés au Protérozoïque supérieur du domaine centre-armoricain ; ce sont des sédiments azoïques structurés au Cadomien mais repris ultérieurement dans les plissements hercyniens.

HISTOIRE PALÉOZOÏQUE

Les premiers niveaux paléozoïques reconnus appartiennent à la *formation de Saint-Germain-sur-Ille* d'âge caradocien en contact par faille avec le Briovérien, ce qui explique l'absence de Cambrien et d'Ordovicien anté-Caradocien.

La suite sédimentaire paléozoïque correspond à des dépôts de plate-forme peu profonde en bordure nord-gondwanienne. Elle débute par une sédimentation terrigène au Caradocien. Si l'absence d'Ashgillien et de Llandoveryen était confirmée elle serait due en partie à l'influence des mouvements eustatiques mondiaux en liaison avec la glaciation fini-ordovicienne.

Le Silurien débute par une sédimentation de vases noires riches en matière organique (dépôts euxiniques) au Wenlockien-Ludlovien, correspondant à une transgression marine de grande ampleur. Ensuite un enrichissement progressif en éléments détritiques sableux aboutit au dépôt des sédiments essentiellement arénacés de la *formation de Gahard* à la base du Dévonien. La sédimentation évolue ensuite vers des dépôts argilo-carbonatés (*formation de Saint-Cénére*) tantôt de vasière interne à sédimentation détritique fine, faune réduite et microplancton abondant, tantôt de mer ouverte, plus agitée, riche en faune benthique avec éléments pélagiques.

L'absence de l'Emsien, du Dévonien moyen et supérieur, reconnus plus à l'Ouest dans le synclinorium médian, peut être liée aux "mouvements tectoniques bretons" (cf. étude structurale) qui auraient entraîné l'émergence de la région, donc une lacune sédimentaire et une érosion. Les dépôts du Carbonifère inférieur recouvrent en discordance cartographique les terrains paléozoïques antérieurs. Les sédiments détritiques terrigènes du Tournaisien se déposent dans un bassin instable avec localement, en domaine restreint, le dépôt de charbons. Cette instabilité se traduit également par des phénomènes volcaniques basiques. Au Tournaisien, supérieur se développe une nouvelle transgression marine et s'installe une sédimentation carbonatée de plate-forme infralittorale : des calcaires bioclastiques à riche faune benthique et calcaires oolithiques (type bahamites), caractéristiques de milieux peu profonds en climat chaud, se déposent jusqu'au Viséen moyen.

L'amorce de nouveaux événements tectoniques au Viséen supérieur, sous le contrôle de mouvements cisailants, entraîne une reprise de la sédimentation terrigène et phytogène avec le dépôt de la *formation des schistes de Laval* qui correspondraient au comblement du bassin durant le Viséen supérieur et le Namurien - base du Westphalien. La phase

majeure de l'orogénèse se situant après le Namurien ou la base du Westphalien, mais avant le Stéphanien.

Dans cette région, les dépôts continentaux et lacustres post-orogéniques du Stéphanien, connus plus à l'Ouest à Saint-Pierre-la-Cour (feuille Laval), ne sont pas représentés.

HISTOIRE MÉSOZOÏQUE

Le Trias n'est pas connu dans cette région dont l'histoire mésozoïque est marquée par deux grandes transgressions qui déterminent deux cycles sédimentaires majeurs.

Le cycle jurassique

La région est émergée au Lias inférieur : Hettangien et Sinémurien sont absents ; la mer n'occupe que la partie orientale de la plate-forme armoricaine qui s'étend sur toute la partie occidentale du Bassin parisien. Une pulsation transgressive au Carixien entraîne la submersion de cette plate-forme. Les premiers dépôts de Pliensbachien se heurtent parfois aux irrégularités de la surface d'érosion post-varisque tels les paléoreliefs des arêtes de grès ordoviciens de Précigné. Ailleurs, la surface de transgression est plus aplanie comme celle qui tranche les terrains carbonifères en amont de Juigné-sur-Sarthe.

La sédimentation liasique carbonatée est celle d'une plate-forme littorale peu profonde où les apports détritiques sont fréquents à partir du socle armoricain émergé (calcaires gréseux). Puis des couches de calcaires oolithiques à passées graveleuses s'installent et des influences méso-géennes se font sentir dans la faune. Le Toarcien est plus marneux ; sa partie supérieure est absente ainsi que l'Aalénien et la base du Bajocien.

Après cette lacune, le Bajocien moyen voit l'établissement d'une sédimentation marine de milieu plus ouvert où dominent les calcaires à silex ; cette deuxième séquence se termine par une surface d'érosion. Le Bathonien est représenté par un ensemble de calcaires oolithiques dans lesquels s'intercalent des bancs très bioclastiques. Cette troisième séquence, qui se termine par une surface durcie, marque un retour à un milieu de sédimentation terrigène fine qui occasionne le dépôt de marnes et d'argiles. Ce changement des conditions sédimentaires, l'apparition d'un milieu plus externe dans cette dernière séquence, est le fait, sur toute la marge normande, d'une poussée transgressive qui submerge enfin les derniers reliefs résiduels et qui s'accompagne d'une faune à affinités nordiques. L'Oxfordien, présent plus à l'Est, est inconnu ici.

Un long épisode continental occupe le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur. C'est alors que se façonne la "pénéplaine infra-cénomaniennne" qui voit une altération importante de la surface des calcaires jurassiques, que s'édifie le manteau d'argile à silex et que se modèle le karst, recouverts par les premiers dépôts crétacés.

Le cycle crétaé

Le Cénomanién discordant repose sur une surface d'érosion qui recoupe les différents niveaux jurassiques ainsi que le socle armoricain.

Pendant le Cénomanién inférieur et le début du Cénomanién moyen la région est caractérisée par une sédimentation à caractère mixte, fluviale et marine très littorale. Les fleuves descendant du Massif armoricain vers la mer cénomaniénne déposent, en avant de la transgression et sur la bordure littorale, des sables et graviers essentiellement quartzeux (*sables du Maine*) alors que des dépôts fins à dominante argileuse se sédimentent dans des zones calmes marécageuses fortement réductrices, périodiquement envahies par la mer. Il faut noter que l'*argile glauconieuse à minerais de fer* présente au Cénomanién inférieur sur la feuille voisine Le Mans n'a pas été identifiée à l'affleurement sur la feuille La Flèche ; il n'est pas possible de préciser pour l'instant s'il s'agit d'une lacune sédimentaire du Cénomanién inférieur ou d'un passage latéral de faciès aux sables du Maine.

Puis une sédimentation marine continue s'installe jusqu'à la fin du Crétaé supérieur local. Les faciès sont littoraux et détritiques ; la sédimentation se caractérise par de rapides variations latérales et verticales et par l'existence de discontinuités sédimentaires (*hard ground*) qui possèdent parfois une extension régionale et constituent de bons repères stratigraphiques.

Deux épisodes plus calcaires se remarquent dans une série essentiellement terrigène sablo-argileuse, l'un au Cénomanién supérieur (formation des marnes à *Pycnodonte biauriculata*), l'autre au Cénomanién terminal - Turonien inférieur (craie à *Terebratella carentonensis* et craie à *Inoceramus labiatus*).

Au Turonien supérieur puis au Sénonien inférieur se produit une reprise de la sédimentation arénacée, avant le retrait de la mer crétaée, qui semble se produire dès la fin du Sénonien inférieur.

Cette émergence se poursuit au cours de l'Eocène avec altération des assises turoniennes et sénoniennes qui fréquemment ne subsistent qu'à l'état résiduel. Des formations continentales s'édifient alors, avec remaniement des assises crétaées antérieures et silicification (silicrètes : grès à *Sabalites*). Au Bartonien la surface du plateau tertiaire est occupée par des lacs plus ou moins saumâtres, sièges d'une sédimentation carbonatée (*calcaires de Courcelles-la-Forêt*).

Le Quaternaire voit l'acquisition de la morphologie actuelle par érosion de la surface tertiaire. Un ancien tracé de la Sarthe qui occupait la partie centrale de la feuille, de Malicorne à La Chapelle-d'Aligné, est actuellement visible sous la forme d'un grand placage d'alluvions anciennes. Lors des grandes glaciations, la région est soumise à des conditions périglaciaires à l'origine des remblaiements alluvionnaires responsables de l'étagement des terrasses qui jalonnent le cours actuel de la Sarthe.

DESCRIPTION DES TERRAINS

FORMATIONS PRÉCAMBRIENNES

b. **Briovérien.** Le socle briovérien, largement exposé sur la feuille voisine Château-Gontier, n'est représenté ici que par quelques affleurements, sur une surface aplanie au Sud de Précigné.

Ces terrains d'origine sédimentaire, peu métamorphiques, sont rapportés au Briovérien de Bretagne centrale, appartenant au domaine centre-armoricain, et faisant partie, selon les idées actuelles (Chantraine *et al.*, 1982), du Briovérien supérieur.

La sédimentation détritique est constituée d'alternances de siltites-argilites et de wackes, en bancs de puissance variable.

Les siltites-argilites sont gris verdâtre à beiges par altération, à matrice quartzo-phyliteuse abondante, et contenant peu d'éléments figurés. Le litage sédimentaire est souligné par des grains de quartz de petite taille et des minéraux phylliteux (biotite et muscovite).

Les wackes correspondent à des grès très immatures, riches en matrice et légèrement micacés, gris verdâtre à l'affleurement. La matrice abondante est composée de grains de quartz et surtout d'éléments phylliteux, muscovite et chlorite en lamelles flexueuses. Les éléments figurés comprennent des grains de quartz, des feldspaths plagioclases corrodés, des micas et quelques fragments lithiques. Ces sédiments, à faible maturité de texture et de composition, sont à grouper parmi les wackes quartzzeuses et les wackes feldspathiques.

Les formations du Briovérien n'ont pas fourni de fossiles.

Le contact socle briovérien—couverture paléozoïque (feuille Saint-Germain-sur-Ille) n'est pas visible sur la feuille, mais il est représenté par faille. On peut penser en effet que l'absence des termes les plus anciens de la série ordovicienne (Grès armoricain et formation d'Andouillé) est d'origine tectonique.

Au lieu-dit Les Mardelles au Nord-Ouest de Précigné, on peut observer une ancienne carrière dans des dolérites. La roche, très altérée, est essentiellement constituée de microlithes de plagioclase et de fantômes de pyroxène et d'olivine.

FORMATIONS PRIMAIRES

Les terrains paléozoïques de la région de Sablé-sur-Sarthe correspondent à la terminaison vers l'Est du synclinorium médian armoricain. Les formations dévoniennes et carbonifères sont représentées sur la bordure nord (prolongement du bassin d'Auvers-le-Hamon) et dans la fermeture périsynclinale de Solesmes. Les formations ordoviciennes et siluriennes, qui sont développées au Sud de Sablé, affleurent mal dans une zone couverte d'alluvions.

O5-6. **Caradocien - Asghillien.** Formation de Saint-Germain-sur-Ille (puissance approximative 200 m). Les assises de base de l'Ordovicien, correspondant à la formation du Grès armoricain et à la formation

d'Andouillé ("schistes à calymènes" des anciens auteurs) n'ont pu être mises en évidence sur le territoire de la feuille. L'affleurement de Grès armoricain indiqué à l'WSW de Précigné sur la deuxième édition à 1/80 000, ainsi que les "schistes à calymènes" signalés par Delaunay (1930) sur les berges du ruisseau de la Fontaine -sans- Fond, en aval de Courtillers, n'ont pas été retrouvés. Mais ces grès et ces schistes, par leur localisation géographique, ne peuvent être attribués à l'Ordovicien inférieur.

La formation de Saint-Germain-sur-Ille, à dominante gréseuse, en contact tectonique avec le Briovérien au Sud de Précigné, pointe difficilement à travers la couverture alluviale, et ne constitue pas à proprement parler de crêtes topographiques. Les carrières sont aujourd'hui partiellement ou totalement comblées (fermes de la Poterie, des Mottes, du Perray-Neuf).

La formation est représentée par des quartz-arénites claires en bancs pluridécimétriques, à matrice réduite et constituées essentiellement de quartz détritiques anguleux (taille 100 µm) et de paillettes de muscovite. Les arénites deviennent d'un blanc sableux à l'altération. Les faciès de la formation de Saint-Germain-sur-Ille sont plus variés à la limite est de la feuille voisine (Château-Gontier) sur la rive droite de la Sarthe, entre les Grandes Besnardières et Souvigné. Ils comprennent des quartz-arénites, des quartz-wackes et des siltstones micacés. Les siltstones micacés correspondent aux "schistes à *Trinucléus*" (S2c du 1/80 000).

Il est impossible de donner une puissance à la formation sur le secteur, mais vers l'Ouest, sur Meslay-du-Maine, elle est estimée à 200 m.

Les attributions stratigraphiques sont données par comparaison avec la feuille Château-Gontier. Au Tertre, sur la rive droite de la Sarthe, les siltstones micacés du sommet de la formation contiennent des trilobites trinocléidés du genre *Onnia* et une association de chitinozoaires d'âge Caradocien inférieur à moyen. Ceci pose le problème de l'existence de l'Ashgillien dans cette région.

S1-4. Llandovérien ? - Pridolien. Formations de la Lande-Murée et du Val. Les assises siluriennes occupent une large surface sur la rive gauche de la Sarthe, à l'Est et au Sud de Sablé, mais elles affleurent mal et de nombreux replis exagèrent probablement leur puissance à l'affleurement.

Le Silurien est mieux exposé sur la feuille Château-Gontier, dans la région de Souvigné et le long de la voie ferrée Sablé - Le Mans (tranchée des Groscollières).

Les niveaux inférieures du Silurien, équivalents des "grès culminants", ne sont apparemment pas représentés dans la région. Les premiers niveaux siluriens exposés sont rapportés aux membres moyen et supérieur de la formation de la Lande-Murée, définie au Nord de Rennes par F. Paris (1/50 000 Combourg).

Les formations siluriennes sont traversées de manière ponctuelle par des volcanites basiques intrusives, se présentant en sills ou filons. Ce sont essentiellement des diabases, roches verdâtres et sombres, à grain fin ou moyen, à texture microlithique amygdalaire ou à texture doléritique à gros feldspaths saussuritisés.

Les siltstones gris micacés et les sphéroïdes ont livré une faune de bivalves (*Cardiola interrupta*), ostracodes (*Bolbozoe*) et crustacés ceratiocaridés. Ces niveaux et les niveaux ampéliteux qui leur succèdent sont rapportés au Wenlockien et Ludlowien, grâce aux faunes de graptolites (*Monograptus dubius*, *M. haupti*) découvertes dans des niveaux identiques, sur la feuille Château-Gontier (Les Groscollières). Aucune macrofaune n'a été récoltée dans les couches attribuées à la formation du Val.

S4-d1a. Pridolien - Lochkovien inférieur. Formation de Gahard (puissance approximative 350 m). Nous avons réuni sous ce terme l'ensemble des "schistes et quartzites" et les "grès à *Orthis monnieri*" des anciens auteurs ; en effet, il est souvent impossible sur le terrain de distinguer les deux unités.

Le passage de la formation du Val à la formation de Gahard est progressif avec le développement de bancs de quartzites. La partie inférieure, exposée au niveau du pont de la Vaige (voie ferrée Sablé - Le Mans) et dans le jardin public de Sablé, est essentiellement constituée d'une alternance de siltstones micacés brun verdâtre, de quartz-arénites à grain fin parfois psammitiques et de quartz-wackes (puissance 200 m environ). Sur la route du pont de la Vaige aux Groscollières, des bancs de grès micacés contiennent une faune de crinoïdes et des fragments de trilobites *Homalonotidae*. Ces niveaux, bien développés, sur la feuille Meslay-du-Maine à Saint-Pierre-sur-Erve, ont livré des spores et des chitinozoaires indiquant un âge Pridolien - base du Lochkovien (d'Erceville, 1979, 1981).

La partie supérieure de la formation (voie ferrée Sablé - Le Mans, butte de Chevaigne-en-Juigné, carrière de Cache-Bouton au Nord-Ouest de Sablé) est constituée, de la base au sommet, de quartz-arénites, de siltstones micacés à lamines puis de calcarénites avec de gros endoclastes calcaires (garage Fiat au Nord-Est de Sablé), le plus souvent décalcifiées et donnant des grès pulvérents. Ce faciès annoncerait le passage à la formation de Saint-Cénére sus-jacente.

Ces sédiments détritiques renferment une riche faune benthique : trilobites (*Ascastella* sp., *Homalonotidae*), brachiopodes (*Platyorthis monnieri*, *Isorthis miloni*, *Proschizophoria mailleuxi*,...), tabulés (*Cleistopora geometrica*), bivalves (*Grammysia* sp.). Une microfaune de conodontes a pu être extraite des calcarénites à Sablé (*Ozarkodina remscheidensis*, *Icriodus woschmidti*) (Weyant, inédit).

L'ensemble de la faune indique un âge Lochkovien inférieur.

d1a-2. Lochkovien inférieur - Praguien supérieur. Formation de Saint-Cénére (puissance minimum 250-350 m). Le passage entre les formations de Gahard et de Saint-Cénére s'observe au niveau du viaduc sur la route Sablé - Juigné et au niveau de la butte de Chevaigné-en-Juigné. Cette formation est bien exposée dans la tranchée de la voie ferrée Sablé - Le Mans au Nord de Sablé, le long de la route de Juigné près de la carrière de Port-Étroit. Cette formation (anciennement "schistes et calcaires à *Athyris undata*") est à dominante carbonatée et comprend une alternance de siltites argilo-micacées et de calcaires argileux sombres bioclastiques en bancs plus ou moins réguliers. Dans la voie ferrée, vers le sommet, on observe des calcarénites litées ; les derniers bancs sont décalcifiés.

La faune est riche. Elle a surtout été récoltée le long de la voie ferrée Sablé - Le Mans où les crinoïdes sont abondants (*Lecanocrinus soyei*, *Thelocaus jouberti*, *Tiaracrinus soyei*, *Thylacocrinus* sp.). Il faut y ajouter des brachiopodes (*Brachyspirifer rousseaui*, *Myriospirifer ceneratiensis*, *Euryspirifer pellicoi* au sommet, *Cyrtina heteroclitia*, *Ctenochonetes jouannensis*, *Davoustia davousti*, *Plicanoplia* (*Celtanoplia*) *boblayei*, *Athyris undata*, *Uncinulus subwilsoni*,...), des trilobites (*Phacops sabolensis*, *Pseudocryphaeus* sp., *Parahomalonoatus gervillei*, *Crotalocephalus trigonalis*, *Calymene* sp.,...), des tentaculites (*Nowakia acuaria*). Les analyses palynologiques révèlent de riches associations de palynomorphes (Le Hérissé, 1983), spores (*Dictyotriletes emsiensis*, *Emphanisporites rotatus*, *Clivosispora verrucata*), acritarches et chitinozoaires (*Gotlandochitina jouannensis*, *Angochitina ceneratiensis*, *Bursachitina maritima*).

L'ensemble de cette faune indique un âge allant du sommet du Gedinnien inférieur au Praguien supérieur. L'affleurement situé près de la carrière de Port-Étroit, rapporté à l'Emsien par Pillet (1973), contient un faune d'âge praguien semblable à celle de la voie ferrée.

Dans la coupe de la voie ferrée Sablé - Le Mans des filons à texture doléritique apparaissent à la base des alternances argilo-carbonatées.

h1. Tournaisien. Formation de l'Huisserie (puissance réduite, 60 m maximum). Elle correspond au "Culm inférieur" des anciens auteurs (Oehlert, 1894) et est discordante cartographiquement sur les terrains paléozoïques antérieurs. On constate ici un amincissement cartographique de cette formation, en bordure du synclinal de Solesmes, par comparaison avec ce que l'on connaît plus à l'Ouest dans le bassin de Laval.

La coupe la plus favorable à son observation est située le long de la voie ferrée au Nord de Sablé. Mentionnée par D. et P. Oehlert (1909), elle a été décrite et étudiée en détail par A. Pelhate (1971).

Elle débute par un épisode éruptif et se poursuit par une série détritique montrant sur 40 m environ une succession de siltites, de shales noirs, de quartz-arénites et de couches de houille. L'éruptif de base comprend une première masse homogène de roche altérée (porphyrite des anciens auteurs) puis après quelques bancs de grès et de siltites, un second ensemble à structure pillow lavas.

Cette formation a pu être datée localement par les spores. Les assemblages contiennent des espèces caractéristiques du Tournaisien moyen et supérieur (*Retusotriletes crassus*, *Vallatisporites vallatus*, *V. verrucosus*, *Dictyotriletes submarginatus*) (A. Le Hérissé, in Houlgatte et al., 1988).

h1b-h2b. Tournaisien supérieur - Viséen moyen. Formation de Sablé (puissance approximative 250-300 m). La sédimentation carbonifère se poursuit dans la région par une sédimentation carbonatée. La formation affleure bien dans la carrière de Port-Étroit (localité-type), le long de la route Sablé - Juigné, le long de la voie ferrée au Nord de Sablé, le long de la vallée de l'Erve, dans les carrières de La Cochinière, du Moulin de la Jeune Panne, dans la vallée de l'Arche et sur la rive droite de la Sarthe, carrière de Châteauneuf.

Il s'agit de calcaires sombres organoclastiques, en bancs métriques séparés par des lits de siltstones décimétriques (carrière de Port-Étroit). Parfois (carrière de Châteauneuf) se développent des calcaires plus clairs oolithiques en bancs épais. Des accidents siliceux (chert) rubanés ou en rognons, sont développés localement dans la partie supérieure de la formation (vallée de l'Arche, cf. Oehlert, 1909; vallée de l'Erve, aux Chailleux).

Les calcaires de Sablé ont été largement exploités dans de nombreuses carrières pour la chaux hydraulique, l'amendement et la construction (abbaye de Solesmes).

Ces calcaires de Sablé sont fossilifères : brachiopodes (*Productidae*, *Chonetidae*, *Delepinea* sp., *Daviesella comoides*, *Spiriferida*, *Athyrididae*,...), tribolites (*Proetidae* et *Phillipsidae*), bivalves (*Conocardium* sp.), gastéropodes (*Euomphalus* sp.), ostracodes, coelentérés (*Siphonophyllia gigantea*, *Solenodendron pillolai*, *Solemnophyllum semenoffi*, *Synchnoelasma urbanowitschi*, *Palaeosmia murchisoni*, *Siphonodendron sarthensis*, *Michelinia* sp., *Syringopora* sp.), des algues (*Koninckopora inflata*) et de nombreux foraminifères (*Erlendiidae*, *Textulariidae*, *Archaeodiscidae*, *Endothyridae*,...) (Pelhate, 1971; Villemin, 1986).

Cette faune, et particulièrement les associations de foraminifères, permettent d'attribuer un âge Tournaisien supérieur à Viséen moyen pour la formation de Sablé sur la feuille.

h2c-4a. Viséen supérieur - Westphalien A. Formation des schistes de Laval (dite de Heurtebise). Cette formation essentiellement détritique affleure au coeur des synclinaux dans l'axe Solesmes - Gastines et au Nord de Juigné-sur-Sarthe.

La succession lithologique complète ne peut être reconstituée sur le territoire de la feuille. Les seuls faciès représentés sont des siltites, des shales noirs et des bancs de wackes feldspathiques. Ce sont des sédiments très immatures à quartz anguleux et feldspaths plagioclases dans une matrice fine composée d'éléments phylliteux (biotites et muscovites). Les niveaux microconglomératiques connus à la base de la formation sur les feuilles voisines (Loué, Meslay-du-Maine) n'ont pas été mis en évidence.

Cette formation contient des niveaux de charbon qui ont été exploités au siècle dernier. Les terrils (régions de Saint-Charles et surtout La Sanguinière, à la limite des feuilles Loué et La Flèche) ont livré une paléoflore à sphénoptéridés abondants : *Sphenopteris adiantoides*, *Sphenopteris dubuissoni* et équisétales (*Mesocalamites* sp.) indiquant un âge Viséen supérieur-Namurien. La présence dans cette formation, à Poillé (feuille Loué), du crustacé phyllopode *Leaia tricarinata minima*, pourrait indiquer un âge Namurien-Westphalien A.

FORMATIONS SECONDAIRES

Jurassique

l5-6. Pliensbachien. La base de la transgression liasique sur le socle armoricain est repérable par un conglomérat à graviers de quartz et

ciment grésocalcaire. Après une alternance de bancs bioclastiques, de calcaires gréseux gris à jaunes et de marnes sableuses, la masse principale des assises est un calcaire jaunâtre à passées oolithiques ; épaisseur totale : 5 m.

Le voisinage des écueils paléozoïques, bien observable à Précigné, occasionne des variations fréquentes de faciès et des apports détritiques constants. On peut évoquer ici le faciès normand du "Banc de Roc".

Les ammonites des zones à *Ibex* et *Davoei*, du Carixien, puis à *Margaritatus* et *Spinatum*, du Domérien, sont connues. La submersion des crêtes est tardive, zone à *Spinatum*.

17-8. **Toarcien.** Le Toarcien, présent sur toute la carte, affleure mal, recouvert par des glissements alimentés par l'argile à silex issue de l'altération des calcaires bajociens. Son épaisseur est de 4 à 5 m. Il est représenté par des marnes noires, des calcaires plus ou moins marneux, bruns, à rares passées d'oolithes ferrugineuses.

Présence des ammonites des zones à *Serpentinum*, *Bifrons*, *Variabilis* et *Thouarsense*.

Par contre, le Toarcien supérieur est absent ainsi que tout l'Aalénien, lacune d'importance croissante vers le Nord en direction du Perche.

j1. **Bajocien.** Les niveaux de base sont absents. Les premières couches bajociennes sont rencontrées au Nord d'Avoise sous la forme de quelques bancs (1,50 m) de calcaire grisâtre, riche en débris de lamellibranches, sans silex, coupés de lits plus marneux.

La masse principale des assises (12 m) est caractérisée par la présence de nombreux cordons de silex noirs au sein d'un calcaire gris. Un gros banc calcaire, sans silex, termine la série ; il est tranché par une surface d'érosion qui souligne de manière très repérable le passage au Bathonien (Parcé, Avoise). Vers le Sud (les Richardières) au-dessus des calcaires à silex noirs s'individualisent quelques bancs de calcaires bioclastiques, parfois ferrugineux, riches en débris de lamellibranches et d'échinodermes.

Présence de la zone à *Garantiana*, de la base du Bajocien supérieur.

j2. **Bathonien.** Au-dessus de la surface durcie bajocienne, le Bathonien inférieur est représenté par des bancs massifs (2 m) de calcarénites grises où se remarquent quelques apports quartzeux.

L'étage est ensuite principalement représenté par des calcaires oolithiques (5 m) à nombreuses passées bioclastiques. Au-dessus, le calcaire compact, rarement oolithique, à *Monthlivaultia sarthasensis* est un bon banc-repère ; c'est la zone à *Aspidoides*, du Bathonien supérieur.

j3. **Callovien.** A la base se rencontre le "Banc de Pécheuseul" ; sur 1 m d'épaisseur alternent des marnes ferrugineuses, des calcaires bioclastiques, parfois à oolithes ferrugineuses. Ce banc rouge, bien apparent, est un niveau de condensation célèbre pour sa faune. Il appartient essentiellement à la zone à *Macrocephalus* et à la base de la zone à *Gracilis*, du Callovien inférieur.

Le Callovien se marque par l'appartenance générale d'une sédimentation de terrigènes fins. Des marnes à brachiopodes, dont *Rhynchonella spatica*, sont le faciès le plus fréquent (Noyen).

Localement des sédiments plus argileux peuvent se déposer (j3A. **Argiles de Malicorne**). Toutefois les apports sableux (j3S. **Sables argileux de la Buraisière**) traduisent la présence proche du littoral armoricain.

Crétacé

L'argile glauconieuse à minerais de fer, dépôt cénomaniens inférieur transgressif présent sur la feuille Le Mans, n'a pas été reconnue à l'affleurement sur le terrain étudié. De plus, les premiers dépôts crétacés traversés par sondage dans la partie orientale de la feuille correspondent au faciès des sables du Maine. Il semble donc que le biseutage important de cette formation d'Est en Ouest, que souligne la notice de la feuille Le Mans, conduise à sa disparition sur celle de La Flèche.

C1-2a. Cénomaniens inférieur. Sables du Maine. Cette formation, qui se trouve à la base de la série cénomaniens locale, affleure largement dans la partie centrale de la feuille. Transgressive sur le Jurassique qu'elle déborde même pour reposer directement sur le Briovérien (à l'WSW de Précigné), elle fossilise une ancienne surface topographique antécénomaniens très irrégulière qui est actuellement en partie dégagée par l'érosion.

Les placages importants sont souvent conservés dans des paléo-dépressions alors que, latéralement, la formation ne subsiste qu'à l'état résiduel. Entre les calcaires jurassiques et les sables du Maine s'intercale fréquemment un horizon d'argile à silex analogue à celui décrit plus au Sud, sur la rive gauche de la Loire (Louail, 1969).

La formation comprend deux faciès principaux :

- un faciès sablo-graveleux qui correspond aux sables du Maine au sens strict ;
- des argiles noires feuilletées (les "argiles noires d'Ecommoy" de Juignet, 1974).

Le faciès sablo-graveleux se compose de niveaux sableux grossiers et de niveaux de graviers de quartz blanc, disposés en séquences métriques discontinues limitées par des surfaces d'érosion. Les mesures de stratifications obliques indiquent une migration du matériel terrigène du NNW au SSE. Son épaisseur, très variable, semble liée à des irrégularités de la surface jurassique qu'il paraît niveler.

L'assemblage des minéraux lourds montre une teneur remarquable en silicates de métamorphisme d'origine armoricaine, avec prédominance nette de l'andalousite sur la staurotite et le disthène. Le reste du cortège est constitué par de la tourmaline et par une proportion moindre de zircon et de minéraux titanés.

Ces graviers se raccordent vers le Sud avec la formation des sables et graviers de Jumelles et Brissac (feuilles Baugé et Longé) dont ils possèdent toutes les caractéristiques pétrographiques et sédimentologiques (Louail, 1981). Comme pour ces derniers, les structures sédimentaires, la forte hétérométrie et la faible usure des grains de quartz de la fraction sableuse s'accordent avec la mise en place en milieu littoral ou pré-littoral d'un matériel fluviatile d'origine armoricaine. Des coupes partielles, dans cette formation, se trouvent dans d'anciennes carrières au Sud-Est de Louailles.

Les argiles d'Ecommoy correspondent à des argiles grises ou noires feuilletées, à pyrite et lignite, qui surmontent le plus souvent un horizon graveleux de base mais peuvent également reposer directement sur le substratum anté-cénomaniens. Ce faciès argileux de la formation des sables du Maine est constitué par une succession de fins niveaux argileux à montmorillonite, kaolinite et argile micacée, séparés par des interlits millimétriques de sable fin. Cette alternance donne à la roche un aspect "schistoïde", bien connue des sondeurs qui utilisent cette dénomination dans les cahiers de sondage. Localement ces argiles sont recoupées par de grandes lentilles sablo-graveleuses.

Les argiles renferment de nombreux débris végétaux (troncs et empreintes de feuilles) ; elles sont riches en concrétions de sulfure de fer et contiennent également de rares cristaux de gypse ainsi que de l'ambre.

Le gisement d'Ecommoy, sur la feuille voisine, a livré un riche assemblage de spores et de pollens (Juignet et Médus, 1972) qui reflète une flore tropicale humide sur le continent proche. Ces argiles se sont mises en place, au cours du Cénomaniens inférieur et moyen, dans des marécages côtiers ou des lagunes bordières (peut-être de type mangrove).

Des argiles grises feuilletées sont encore visibles à l'affleurement dans d'anciennes carrières situées à l'Est de Vion, au lieu-dit Les Halles où elles étaient exploitées pour la poterie. Elles sont fréquemment recoupées par les forages où elles peuvent atteindre des puissances supérieures à 20 mètres (dans la région de La Flèche).

C2b1. Cénomaniens supérieur. Marnes à *Pycnodonta biauriculata*. La formation est épaisse de 10 à 20 m en moyenne ; elle surmonte les sables du Maine par l'intermédiaire d'un horizon de sables glauconieux de puissance variable (0 à 3 ou 4 m) qui peut appartenir à la partie supérieure du Cénomaniens moyen ou représenter les sables du Perche. Elle est constituée par une alternance de bancs décimétriques à métriques de marnes glauconieuses plus ou moins sableuses ou argileuses et de calcaires glauconieux. D'une façon générale, l'importance de la phase terrigène décroît vers le sommet de la formation, représenté par une craie sableuse blanchâtre piquetée de glauconie. Les huîtres sont partout présentes mais, vers le sommet, elles constituent plusieurs niveaux de lumachelles qui sont de bons repères dans la succession lithologique régionale.

La fraction argileuse est surtout constituée de smectites (beidellite) et d'argile micacée. A certains niveaux s'y ajoute une proportion parfois notable de zéolites (clinoptilolite) généralement associés à de l'opale C.T.

La formation est très fossilifère et marquée par l'abondance de *Pycnodonta biauriculata* et de *Exogyra (Rhynchostreon) columba* qui constituent les horizons de lumachelle. Un inventaire de la faune de ces niveaux a été donné par Juignet (1974). D'après les faunes d'ammonites la formation appartient à la super-zone à *Calycoceras naviculare*. Les horizons de lumachelle affleurent assez largement entre Crosnières et Arthezé où certains labours sont pavés de valves de pycnodontes.

C2b2. Cénomaniens supérieur. Sables et grès à *Catopygus obtusus*. Cette formation définie par Juignet (1974) est fortement développée sur la feuille où elle est souvent désignée sous le nom de "sables de Bousse".

Dans la région-type de Bousse la formation a une puissance de 10 à 15 m ; elle est représentée par des sables fins à moyens, glauconieux et micacés, localement bioclastiques, renfermant des lits d'argile grise. Ces

sables sont visibles dans d'anciennes excavations autour du cimetière où ils montrent des niveaux de silicifications en rognons (les "têtes de chat") ou en bancs irréguliers. Ils sont également fréquemment concrétionnés en grès calcaires noduleux fortement bioturbés par des "thalassinoïdes". Vers la partie supérieure ces bancs gréseux ont une structure de hard ground et le toit de la formation est un fond durci (le hard ground de Bousse) plus ou moins fortement érodé (surface d'érosion de Mézières).

La macrofaune est surtout présente vers le sommet de la formation où elle se trouve concentrée dans les horizons de hard ground. La faune d'ammonites étudiée par Juignet (1974) permet de rapporter cette formation à la zone à *M. gourdoni* du Cénomanién supérieur (équivalent latéral des marnes à *Actinocamax plenus* du Bassin anglo-parisien). A signaler, associée à des lamellibranches (*Exogyra columba*) et des brachiopodes (*Terebratula phaseolina*), une belle faune d'échinides (*Catopygus obtusus*, *Nucleopygus parallelus*, etc.) étudiée par Cotteau et Triger (1858-1869). La présence de serpulidés et de *Hamulus deformis* est, à l'échelle locale, une caractéristique de cette formation.

C2b-3a. Cénomanién supérieur - Turonien inférieur. Craie à *Inoceramus labiatus* et à *Terebratella carentonensis*. Ces deux assises forment un ensemble lithologique indissociable.

La craie à *Terebratella carentonensis* est représentée par une craie glauconieuse, sableuse et micacée, blanc verdâtre, d'une puissance de 2 à 3 m, qui passe insensiblement à la craie à *Inoceramus labiatus*.

Cette formation représente la partie sommitale du Cénomanién. Elle renferme *Lopha carinata*, *Ostrea canaliculata* et *Cidaris ligeriensis*.

La craie marneuse à *Inoceramus labiatus* du Turonien inférieur constitue le substratum du plateau de la partie sud-est de la feuille. En forage, sa puissance peut être supérieure à 20 m mais à l'affleurement, elle disparaît le plus souvent sous des formations d'altération ou des colluvionnements.

Il s'agit d'une craie argileuse blanchâtre dépourvue de silex, riche en smectites. Elle renferme une faune assez peu abondante caractérisée par *Inoceramus labiatus*, *Orbiryhynchia cuvieri* et a également livré des dents de poissons. L'ammonite caractéristique *Mammites nodosoides* est extrêmement rare.

Le "tuffeau de Touraine", qui sur les feuilles, plus au Sud (Baugé, Noyant) représente le Turonien moyen, existe également dans le plateau au Nord de la Flèche où il a été exploité en carrières souterraines, mais n'est jamais visible à l'affleurement.

C4. Coniacien. Sables à spongiaires. Des sables à spongiaires affleurent à la surface du plateau crétacé en bordure de la vallée du Loir, à l'Ouest de La Flèche. Ils prolongent ceux qui, sur la feuille Baugé, sont rapportés au Sénonien inférieur. Il s'agit de sables grossiers jaunâtres, passant à des sables roux micacés, totalement décalcifiés, ne renfermant plus que de rares fossiles silicifiés.

Vers le Nord-Est ils disparaissent, remplacés par des formations résiduelles où se retrouvent des fossiles remaniés du Sénonien.

FORMATIONS TERTIAIRES

e6a. **Sables et grès à *Sabalites* et sables à silex.** Sur le plateau au Nord de La Flèche, surmontant les formations d'altération crétacées, se trouve une assise détritique continentale : les "sables et grès à *Sabalites andegavensis*". Il s'agit de sables fins argileux renfermant des fragments de silex, qui contiennent de grandes dalles de grès siliceux. La cimentation qui affecte ces sables à flore tertiaire, consolide également les formations d'altération à silex crétacés sous-jacentes en donnant des brèches de faciès semblable aux "perrons" de Touraine. D'après les études récentes menées sur les feuilles voisines, cette cimentation siliceuse serait soit de type "silcrète", marquée par la présence de figures pédogénétiques, soit du type "silicification de nappe" conduisant à des quartzites plus homogènes, sans trace d'évolution pédogénétiques. Ces silicifications se seraient produites sous l'influence des climats chauds à saisons alternées de l'Eocène supérieur.

e6b. **Calcaire de Courcelles-la-Forêt.** Dans l'angle sud-est de la carte affleure une formation beaucoup plus développée sur les feuilles voisines, dont l'extension est ici limitée par la faille de Courcelles-la-Forêt. Le faciès le plus fréquent est un calcaire lacustre blanc jaunâtre, souvent canaliculé, parfois associé à des marnes blanches ou des argiles vertes.

La faune de gastéropodes récoltée dans cette formation sur la feuille La Flèche ou les feuilles voisines permet de les rapporter au Bartonien. Il s'agit de formes appartenant à des milieux différents :

- des formes terrestres : *Helix menardi* ;
- des mollusques d'eau douce : limnées et planorbes ;
- des mollusques d'eau saumâtre : potamides.

Cette variété de formes s'accorde avec un milieu saumâtre à grands écarts de salinité.

p. **Haut niveau sablo-argileux rubéfié rapporté au Pliocène.** On ne le rencontre qu'au Nord de la vallée de la Sarthe dans les régions de Sablé et d'Avoise. C'est vers 50 m d'altitude qu'est généralement située la base de la formation, qui atteint rarement 10 m d'épaisseur. Elle est constituée de sables rouges, de graviers et de galets dont certains atteignent la dizaine de centimètres. Les sables contiennent 80 % de quartz, ainsi que des quartzites, des feldspaths et des micas, tandis que leur fraction lourde comprend essentiellement des minéraux issus de roches métamorphiques. A l'analyse exoscopique, les quartz présentent divers types de façonnement : certains ont un poli éolien, d'autres ont subi un façonnement fluvial ou marin. Les graviers et galets sont également riches en éléments de quartz et nombreux sont ceux qui représentent un faciès fluvial.

Si l'origine de la grande majorité du matériel est vraisemblablement armoricaine, il y a des fortes chances, toutefois, qu'il résulte pour une grande part du remaniement du Cénomanién détritique, lui-même d'origine armoricaine. Les éléments les plus grossiers ont, en revanche, une histoire sédimentaire beaucoup plus brève et correspondent sans doute à du matériel d'origine locale tel que des quartz filoniens, faiblement évolués.

La formation correspondrait donc à un dépôt fluviatile mis en place en zone périglaciaire et qui pourrait dater d'un épisode froid du Pliocène supérieur (Praetiglien) ou même du Quaternaire ancien. L'épandage a été alimenté par un pergélisol, lors de périodes climatiques de radoucissement à pluviosité intense.

On retrouve de nombreux témoins de cette formation, entre Sablé et Laval sur les feuilles Loué, Château-Gontier, Meslay-du-Maine et Laval. Ces témoins, qui par endroit sont encaissés en terrasse, semblent jalonner le cours d'une ancienne rivière, établie sur les calcaires carbonifères karstifiés du bassin de Laval, et qui pourrait correspondre au cours d'une paléo-Sarthe (Clément, Ménillet, Moguedet, à paraître).

FORMATIONS SUPERFICIELLES ET RÉSIDUELLES

Formations résiduelles

Rj1. Argiles résiduelles à silex issues du Bajocien. Il s'agit de formations argilo-sableuses rougeâtres qui renferment de très nombreux silex bajociens. Elles sont particulièrement développées sur le plateau jurassique au Nord de la vallée de la Sarthe où elles sont surmontées par endroit par des sables pliocènes. Leur formation à partir de la décalcification du Jurassique semble donc antérieure au Pliocène, mais des remaniements ultérieurs ont pu leur incorporer une phase sableuse issue de la couverture sus-jacente.

RC3. Argiles à silex issues du Turonien.

RC3-4. Argiles sableuses résiduelles à spongiaires issues du Turonien et du Coniacien. Ces deux formations constituent le manteau d'altération qui couronne la pile crétacée et sert de substrat aux formations tertiaires. Il est représenté par des argiles plus ou moins sableuses, bariolées, qui proviennent de la décalcification et de la condensation des dépôts crétacés sous-jacents. Dans la partie méridionale du plateau, ces argiles sont très sableuses et renferment des spongiaires du Sénonien associés aux silex. Ces éléments résiduels sénoniens disparaissent vers le Nord-Est où "l'argile à silex" semble essentiellement provenir de la décalcification du Turonien sous-jacent.

Localement cette argile à silex contient des poches de sables qui pourraient correspondre au piégeage de sables tertiaires par soutirage dans des puits de dissolution.

Re6b. Eocène supérieur résiduel. Meulières. Deux petits placages, l'un près de Clermont-Créans, l'autre près de Malicorne, ont été individualisés sur la carte. Ils correspondent à des formations résiduelles renfermant des fragments de calcaires lacustres et des meulières dont la signification est inconnue.

Formations alluviales

Si l'on assimile les dépôts Fs (alluvions anciennes de la Sarthe) à la terrasse Fv, il existe trois formations alluviales étagées au-dessus du lit majeur actuel de la Sarthe. Seules les deux plus basses apparaissent le

long de la vallée du Loir, où la succession complète existe néanmoins, mais seulement en rive gauche du cours d'eau, située hors de la feuille.

Définies par leur altitude relative par rapport au lit actuel des fleuves, ces formations sont les suivantes :

- Fv : formation alluviale de 24-30 m ;
- Fw : formation alluviale de 10-15 m ;
- Fx : formation alluviale de 3-8 m ;
- Fy-z : alluvions actuelles argilo-limoneuses.

Dans la fraction la plus grossière des alluvions du Loir, les galets de silex, accompagnés de grès et "perrons" tertiaires abondent, tandis que les quartz sont très rares.

Dans celles de la Sarthe, en revanche, quartzites et quartz, quelquefois tectonisés, sont nombreux. Les quartz, souvent filoniens, proviennent manifestement d'un socle cristallin.

Alluvions anciennes (sables et graviers)

Fs. Alluvions du cours ancien de la Sarthe.

Fv. **Hautes terrasses** (niveau 24-30 m). Nous avons regroupé ces deux formations, situées à des altitudes voisines dans le prolongement l'un de l'autre et qui contiennent un matériel semblable.

Les dépôts dénommés Fs (alluvions du cours ancien de la Sarthe) forment une bande orientée NE-SW, relativement rectiligne, entre la région de Malicorne et La Chapelle-d'Aligné. Bien que nous l'ayons appelée Fs, il semble bien que ce soit la même formation qui se poursuit vers le Nord-Est, au-delà de Malicorne, et que l'on retrouve sur la feuille Le Mans entre La Suze et Auvours.

Vers le Sud-Ouest, on rencontre encore un témoin de ces anciennes alluvions sarthoises, au Nord de Baracé sur la feuille Baugé.

Le matériel est constitué de sables, graviers et galets où l'on constate un mélange de silex jurassiques et crétacés, de grès, de micro-conglomérats et de perrons tertiaires, souvent de teinte violacée, de quartzites et quartz venant vraisemblablement du socle. Certains quartz sont très peu évolués et ont manifestement été tectonisés. Avec certains quartzites, ce sont les seuls éléments de socle qui aient été retrouvés, mais il est fort probable qu'il y ait également des galets de roches magmatiques, comme il en existe plus au Nord dans ce même niveau.

Si de nombreux éléments ont subi un faible taux d'usure, d'autres, en revanche, parmi les graviers de quartz, ont un fort indice d'arrondi, et proviennent sans doute du remaniement du Cénomaniens ou du Pliocène.

L'ensemble Fs-Fv constitue un relief qui se détache très nettement dans la morphologie et qui domine la plaine cénomaniens. L'ensemble des éléments, dont l'hétérométrie permet une parfaite imbrication, a un aspect compact. Les dépôts qui, en outre, sont parfois concrétionnés par des oxydes de fer, ont ainsi mieux résisté à l'érosion que le Cénomaniens encaissant, ce qui a favorisé cette inversion de relief spectaculaire.

Fw. **Moyennes terrasses** (niveau 10-15 m).

Fx. Basses terrasses (niveau 3-8 m). Le long d'un même cours d'eau, elles présentent sensiblement les mêmes composants. La terrasse Fw est parfois un peu plus rubéfiée, mais elle est surtout beaucoup plus pédogénétisée.

Dans la vallée de la Sarthe, ces terrasses sablo-graveleuses, présentent les mêmes caractéristiques pétrologiques que les niveaux Fs et Fv, avec toutefois un léger enrichissement en silex. Dans la carrière dite de Noyen, située entre Malicorne et Noyen, et qui a été ouverte au moment de la construction de l'autoroute Angers - Le Mans, il a été trouvé des blocs de granite usés, pesant chacun plusieurs dizaines de kilogrammes. Ces blocs proviennent, selon toute vraisemblance, des Alpes mancelles et on dit traditionnellement qu'ils ont été amenés là par des radeaux de glace ou par des arbres flottés dans les racines desquels ils sont restés coincés.

Dans les terrasses du Loir, la fraction très grossière est surtout riche en silex, tandis que les quartz, souvent relativement anguleux, apparaissent en assez grand nombre parmi les graviers. Ils proviennent sans doute du remaniement du Cénomaniens basal. La plupart des terrasses sont recouvertes d'une fine pellicule de sables éoliens.

Alluvions récentes

Fy-z. Alluvions actuelles argilo-limoneuses. Les alluvions Fz sont essentiellement formées d'argiles et de limons dont le remblaiement se poursuit actuellement lors des périodes de crue. La plupart du temps le lit actuel des cours d'eau a été entaillé dans la terrasse Fy qui sert ainsi d'encaissant aux dépôts limoneux holocènes.

Erratum

Les formations alluviales, définies par rapport au lit actuel des cours d'eau, sont en réalité situées aux altitudes suivantes :

- Fz : alluvions actuelles du lit majeur ;
- Fy : formation alluviale de 6-8 m ;
- Fx : formation alluviale de 12-15 m ;
- Fw : formation alluviale de 26-30 m ;
- Fv : formation alluviale de 35-40 m ;
- Fs : alluvions du cours ancien de la Sarthe, qui correspondent en fait à la formation Fv.

Solifluxion et glissement sur les pentes

Ils affectent principalement les sables sénoniens sur les pentes des buttes crétacées de la région de La Flèche. Ils ont pour principale conséquence de masquer le Turonien, certes réduit en épaisseur, mais toujours présent sous les glissements dans toute cette région. Quelques sables et graviers de terrasses ont aussi glissé sur les pentes du thalweg de la Sarthe.

La mise en place de ces glissements peut être attribuée, dans un premier temps, à des phénomènes de solifluxion périglaciaire, en particulier pour ceux ayant mobilisé des masses importantes de sables sur des pentes faibles.

Dans un deuxième temps le simple déplacement par gravité ou ruissellement explique la reprise des glissements sur les pentes fortes comme celles des vallées actuelles. De telles mobilisations sont encore actives actuellement.

TECTONIQUE

ÉTUDE STRUCTURALE DES FORMATIONS PROTÉROZOÏQUES ET PALÉOZOÏQUES

Motif cartographique - Problème des discordances cartographiques

Dans les séries sédimentaires paléozoïques du secteur de Sablé-sur-Sarthe, étagées de l'Ordovicien supérieur au Carbonifère supérieur, le dispositif structural correspond pour l'essentiel à une succession de plis synclinaux et anticlinaux d'orientation NW-SE. Le vaste ensemble briovérien métasédimentaire bordant ces séries au Sud, est sans structures cartographiques apparentes.

Les structures plissées paléozoïques, cachetées vers l'Est par la couverture sédimentaire mésozoïque discordante du bassin de Paris, sont centrées sur le synclinal de Solesmes dont l'axe présente une allure arquée, orientée vers N 110° dans la partie occidentale et s'incurvant vers N 80° dans la terminaison périclinale orientale (cf. schéma structural, fig. 1).

L'allure dissymétrique du synclinal de Solesmes s'exprime par un redressement des séries paléozoïques situées sur son flanc sud.

Dans le secteur étudié, on constate que les dépôts du Carbonifère inférieur de la formation de l'Huisserie (âge : Tournaisien moyen à supérieur sur la feuille) ou de la formation de Sablé (âge : Tournaisien supérieur - Viséen moyen) recouvrent en discordance cartographique (D1, cf. fig. 2) les séries dévoniennes sous-jacentes, dont l'âge décroît progressivement vers l'Est. L'âge des séries est rapporté au Praguien (formation de Saint-Cénére) dans la région de Sablé-sur-Sarthe, et à l'Emsien supérieur au Nord de Laval et dans le massif de Saulges (formation des Marollières). Il y a également un biseautage stratigraphique d'Ouest en Est dans la formation de l'Huisserie, selon les datations palynologiques (Le Hérissé, in Houlgatte *et al.*, 1988). Les formations du Dévonien moyen et supérieur n'ont pas été recensées, alors qu'elles sont connues en Bretagne centrale et dans le synclinorium de Menez-Bélaïr.

Le dispositif structural de la région de Sablé-sur-Sarthe se retrouve, de façon analogue, plus à l'Ouest, jusque dans le bassin carbonifère de Châteaulin (Rolet, 1983 ; Sagon, 1976 ; Le Gall et Darboux, à paraître), et pose le problème, à l'échelle plus vaste du Massif armoricain, de l'existence d'un épisode de déformation compressive fini-dévonienne rapportée à l'orogénèse bretonne.

Analyse structurale

Le Briovérien. Dans le secteur d'étude, l'absence et la mauvaise qualité des affleurements n'a pas permis de réaliser l'analyse structurale des

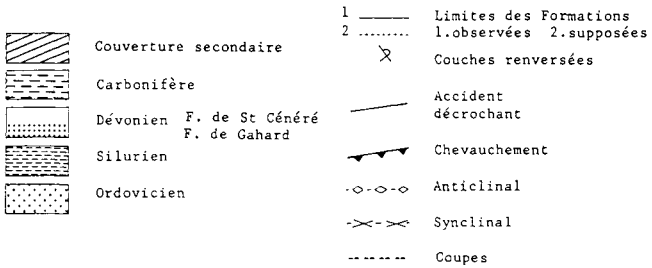
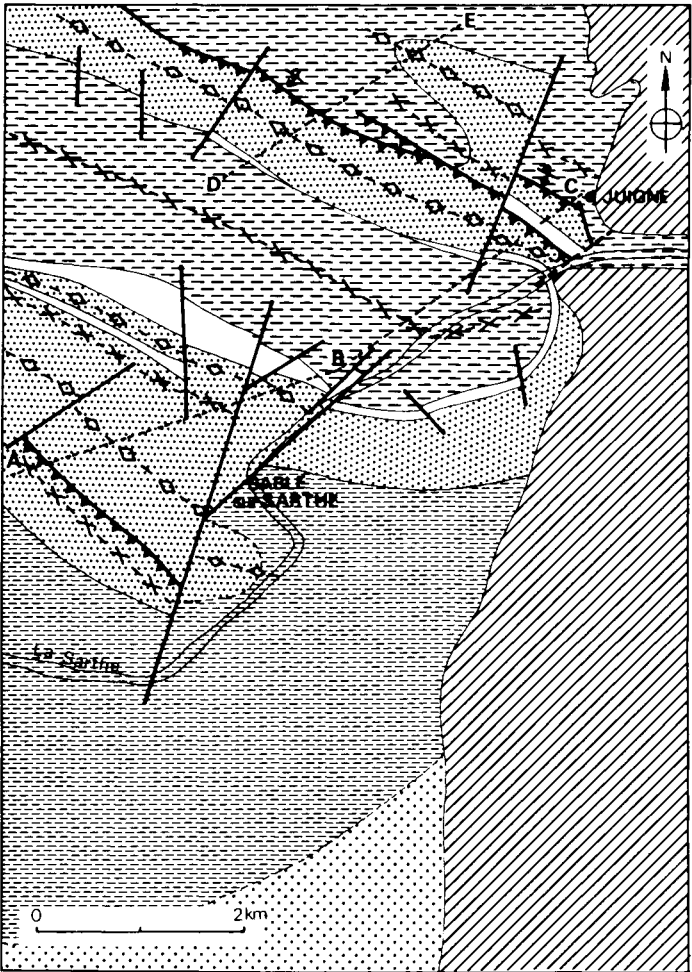


Fig. 1 - Schéma structural

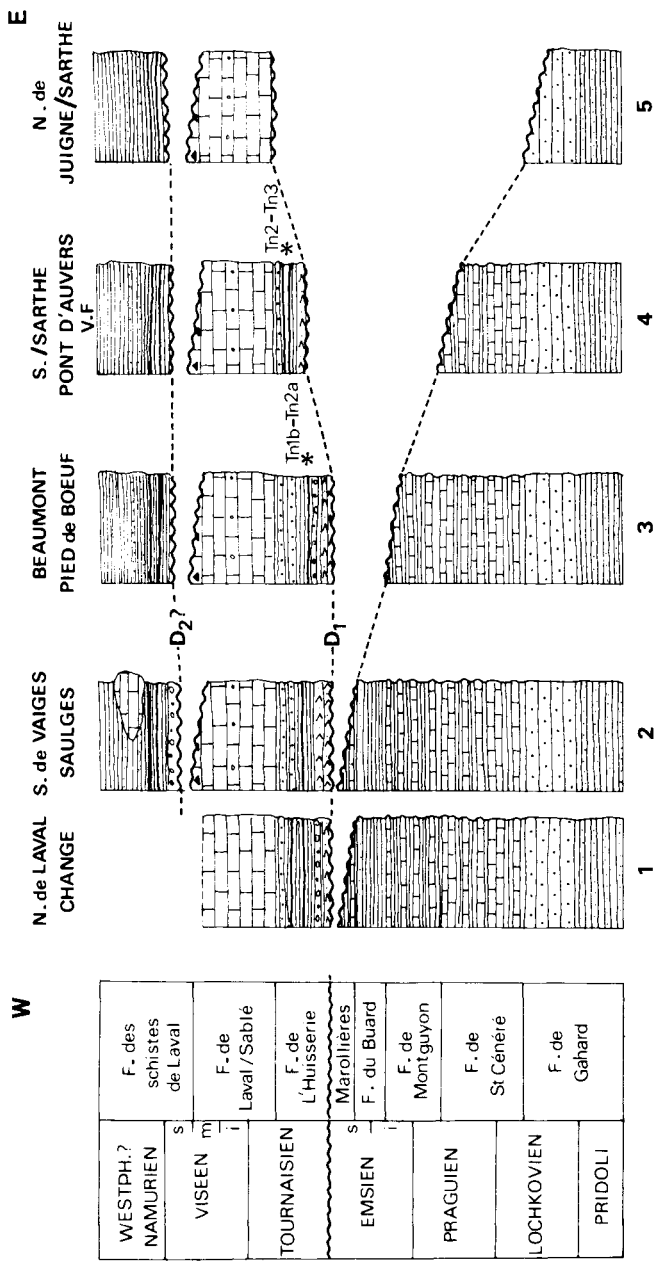


Fig. 2 - Colonnes lithostratigraphiques synthétiques des séries dévono-carbonifères du bassin de Laval, illustrant le biseauage progressif vers l'Est des séquences dévoniennes sous la discordance tournaissienne

séries briovériennes. Sur les feuilles voisines Château-Gontier et Meslay-du-Maine, leur architecture a été rapportée pour l'essentiel à la tectogenèse hercynienne.

L'ensemble briovérien est juxtaposé vers le Nord aux premiers termes de la succession paléozoïque datés de l'Ordovicien supérieur (formation de Saint-Germain-sur-Ille), le long d'un contact faillé.

Le Paléozoïque. L'ensemble des séries paléozoïques étagées du Caradocien (formation de Saint-Germain-sur-Ille) au Westphalien A (?), (formation des schistes de Laval), est affecté par une famille de plis orientés vers N° 110°-120°, parallèlement à l'axe du bassin de Laval, et présentant généralement un profil dissymétrique.

Cette géométrie est illustrée par les calcaires viséens de la formation de Sablé, qui tendant à se redresser puis à se déverser sur le flanc sud des structures plissées (synclinal de Juigné), qui sont localement chevauchées vers le Nord par l'ensemble dévonien. Ce dispositif structural semble s'accroître dans le secteur occidental du bassin de Laval, dans le synclinal au Sud de Bouessay par exemple (cf. coupes tectoniques, notice du 1/50 000 Château-Gontier).

Cette déformation ductile développe dans les faciès incompetents un plan de clivage schisteux, unique, commun à l'ensemble de la pile sédimentaire paléozoïque, et qui se traduit, en particulier dans les siltites de la formation namurienne des schistes de Laval, par une schistosité ardoisière.

Cependant, la déformation synschisteuse s'exprime, selon des modalités diverses, en fonction du paramètre lithologique. Ainsi, les alternances grésopélitiques dévoniennes sont propices à l'expression de structures plissées, d'échelle décimétrique à décamétrique, d'allure isoclinales et à déversement nord. Par contre, les séquences carbonatées compétentes de la formation viséenne de Sablé, exposées dans les coeurs synclinaux, sont impliquées dans des structures plissées cylindriques, homo-axiales des précédentes mais d'amplitude plus grande.

Un tel dispositif disharmonique est rapporté au fonctionnement d'un niveau de décollement privilégié, constitué par les faciès pélitiques (siltites, shales noirs,...) de la formation tournaisienne de l'Huisserie ("Culm" inférieur) qui portent, de plus, l'empreinte de cisaillements intenses (faciès "Culm écrasé" pour Oehlert, 1909 ; "laminage mécanique" pour Klein, 1973).

Des accidents chevauchants intra-paléozoïques ont été mis en évidence sur le flanc nord du synclinal de Solesmes à Juigné-sur-Sarthe (accident de la butte de Chevaigné déjà signalé par Oehlert, 1909), et au Sud, sur la voie ferrée au niveau du pont de la Vaige (cf. coupes tectoniques, fig. 3). Ces chevauchements sont induits par un mécanisme de plis-failles (Philipot, in Renaud *et al.*, 1948).

Les structures synschisteuses régionales, orientées vers N 110°, sont postérieurement découpées et morcelées, par un réseau d'accidents transverses, de direction subméridienne (N 10° à N 170°), présentant un jeu décrochant, indifféremment dextre ou senestre, accompagné d'une composante verticale, normale ou inverse.

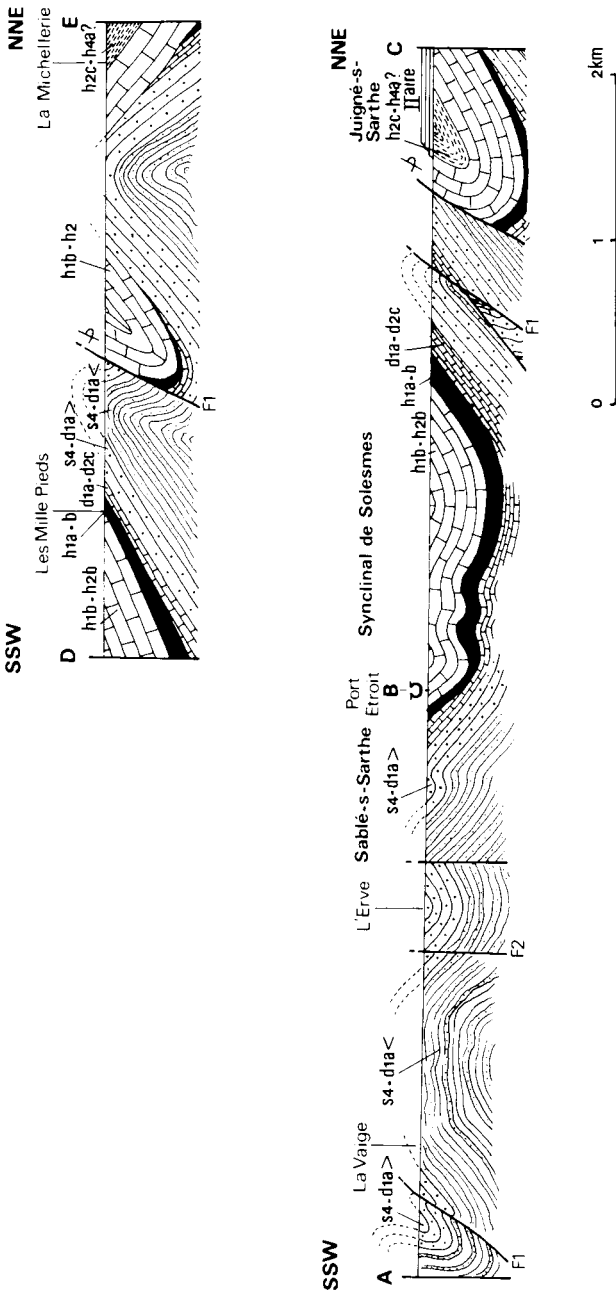


Fig. 3 - Coupes schématiques dans les séries dévono-carbonifères, illustrant le style tectonique de la région



Fig. 4 - "Rochers situés à l'entrée de la carrière de marbre située au Nord de celle de Port-Etroit (Sud de Juigné), montrant à gauche le calcaire carbonifère avec plongement normal NW, et à droite le calcaire dévonien incliné au SE, et chevauchant le calcaire carbonifère". Dessin et légende d'après Oehlert, 1909

Le "chevauchement de Port-Étroit" (cf. fig. 4), qui provoque le charriage vers le NW des calcaires dévoniens de la formation de Saint-Cénére sur une série de calcaires viséens, est un accident de ce type.

Bilan - Discussion

L'analyse structurale des formations protérozoïques et paléozoïques du secteur de Sablé-sur-Sarthe a permis de mettre en évidence une phase de déformation ductile majeure d'âge post-namurien - anté-stéphanien, à laquelle se superposent les effets d'une tectonique cassante tardihercynienne.

L'absence de coupure structurale nette entre les séries paléozoïques anté-tournaisiennes d'une part, et les formations du Carbonifère inférieur d'autre part, ne permet donc pas d'identifier, dans la

terminaison orientale du bassin carbonifère de Laval, une déformation compressive hercynienne précoce d'âge breton. "Les mouvements bretons" dans la région auraient consisté principalement en une phase de soulèvement, avec fonctionnement d'une tectonique essentiellement verticale, ayant entraîné une émergence rapide et une érosion anté-tournaissienne ; ceci rendrait compte de la lacune du Dévonien moyen et supérieur dans ce secteur (Paris, Morzadec *et al.*, 1986). Cet épisode de soulèvement pourrait correspondre aussi à un écho, dans ce secteur externe, des phases acadiennes actives des zones méridionale plus internes de la chaîne hercynienne (Houlgatte, *in* Brossé *et al.*, à paraître).

Dans cette hypothèse, les discordances cartographiques du Carbonifère inférieur seraient les témoins de l'instabilité des bordures du bassin de Laval, générée dans un contexte régional en distension.

La transition brutale entre la sédimentation carbonatée de la formation de Sablé et la sédimentation terrigène de la formation des schistes de Laval, ainsi que le diachronisme du début des dépôts pour cette formation à l'échelle plus vaste du bassin, suggère la présence d'une seconde discordance cartographique (D2, cf. fig. 2) comme l'avait préconisé A. Pelhate (1980). Le dépôt des schistes de Laval peut correspondre à un stade de fonctionnement du bassin en "pull-apart" ou stade de comblement, et la coupure dans l'évolution sédimentaire des séries du Carbonifère supérieur témoignerait en faveur d'événements épirogéniques intra-viséens.

Les épanchements volcaniques acides et basiques bien développés à la base du Carbonifère (très importants sur le 1/50 000 Meslay-du-Maine), sont interprétés comme un début de rifting dans le stade d'ouverture du bassin (Houlgatte *et al.*, 1988).

REMARQUES STRUCTURALES CONCERNANT LA RÉPARTITION DES FORMATIONS MÉSO- ET CÉNOZOÏQUES

La couverture méso- et cénozoïque, sensiblement horizontale sur l'ensemble de la feuille, est seulement affectée de failles d'amplitude généralement faible.

Deux directions majeures peuvent-être individualisées :

- des fractures sensiblement Est-Ouest comme celles qui affectent le Jurassique dans la région de Parcé-sur-Sarthe, qui se retrouvent sur les feuilles voisines (accident du Loir, failles de Beauvau et du Vieil Baugé sur la feuille Baugé) ;
- des fractures NW-SW, comme les failles de Noyen ou encore celles de Malicorne qui affectent les formations éocènes.

Il est vraisemblable que tous les rejeux tectoniques n'ont pas été individualisés dans la partie centrale de la feuille en raison des mauvaises conditions d'affleurement. Certains indices permettent en effet de supposer l'existence de fractures de faible amplitude sans qu'elle puisse être démontrée de façon formelle. La présence d'une faille NW-SE entre Précigné et La Chapelle-d'Aligné est probable ; elle serait responsable de l'orientation du cours de la Voutonne et du changement brutal de direction du ruisseau de La Chapelle-d'Aligné, et l'enfoncement du compartiment sud aurait conservé les marnes crétacées sous les

alluvions au Sud de La Chapelle-d'Aligné. Des études ultérieures permettront peut-être de préciser tous ces mouvements qui sont liés à des rejeux de failles de socle.

Il faut également souligner l'absence de dôme déformant les terrains jurassiques alors que ces déformations souples, localisées mais parfois à rayon de courbure prononcé, sont caractéristiques de la région du Maine et sont présentes sur les feuilles voisines à l'Est.

RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS

HYDROGÉOLOGIE

Plusieurs formations géologiques renferment des aquifères d'intérêt variable. Une quarantaine de sondages de reconnaissance et de forages d'eau donnent sur ces aquifères des informations dispersées, plus ou moins fiables.

On distingue de bas en haut :

- les formations anté-secondaires (socle) essentiellement constituées par le Paléozoïque et affleurant seulement dans l'angle nord-ouest de la carte. Le Briovérien, peu étendu, est connu au Sud-Ouest de Précigné ;
- les formations secondaires (du Lias inférieur au Crétacé supérieur) et tertiaires (Eocène) couvrant les quatre cinquièmes de la carte ;
- les formations superficielles et résiduelles dans lesquelles il y a lieu de distinguer les formations alluviales de la Sarthe et, dans une moindre mesure, celles du Loir. On observera que ces formations sont très développées et masquent par conséquent les terrains sous-jacents.

Formations anté-secondaires

Dans ces roches dures, sans porosité d'interstices, les eaux souterraines circulent à la faveur de cassures et de fractures. Pour permettre l'exploitation de l'eau souterraine la fracture doit être suffisamment importante et ne pas être le siège de développement intense d'altérites argileuses colmatant ces fractures. Par ailleurs, pour assurer la pérennité de la ressource exploitée, il faut qu'un réservoir existe, constitué soit par le développement de la petite fracturation, soit par des formations arénitiques en contact avec le réseau de fracturation alimentant le forage. De ces faits, la connaissance des seuls débits instantanés obtenus au marteau fond-de-trou lors de la foration (méthode pratiquée dans la majorité des cas) ne suffit pas ; des pompages d'essai de longue durée (pouvant atteindre plusieurs jours, voire plusieurs semaines) sont nécessaires pour définir le débit d'exploitation réel de l'ouvrage.

Dans ce milieu, peu étendu sur cette carte, l'implantation des forages nécessite le recours à diverses techniques pour s'assurer du maximum de chances de réussite :

- informations issues de la carte géologique en relation avec la morphologie locale ;
- photo-interprétation (à partir des photographies aériennes prises d'avion et de satellite) ;

- géophysique (en général des méthodes aboutissant à des cartes de résistivité) ;
- dosage du gaz radon dans le sol ;
- sondages de reconnaissance et d'essai.

Les débits obtenus dans ces formations sont faibles en règle générale, compris entre 1 à 5 m³/h (bien que des exceptions notables existent) pour des rabattements relativement élevés (supérieurs à 10 m, sinon de 20 m), sauf si les formations exploitées appartiennent à des zones karstifiées (calcaires du Carbonifère par exemple) dans lesquelles des débits importants peuvent être extraits avec des faibles rabattements.

Récemment, des méthodes de fracturation hydraulique dérivées des techniques pétrolières, ont été expérimentées et ont permis, sinon d'augmenter le débit d'exploitation, du moins de diminuer fortement le rabattement pour un même débit. Des résultats sont connus pour différents types de roches (granites, schistes, micaschistes, basaltes, etc.) en Loire-Atlantique, Maine-et-Loire et Vendée.

Dans le socle, en règle générale les eaux sont peu minéralisées (conductivité inférieure à 500 µS/cm), douces, légèrement acides et agressives, contenant très fréquemment du fer et parfois du manganèse à teneur élevée (supérieures à 1,0 mg/l) ainsi que des nitrates (des valeurs supérieures à 50 mg/l ne sont pas rares). Par contre les eaux issues des calcaires présentent les caractéristiques habituelles de ce type de milieu : titre hydrotimétrique élevé (25° à 35° F), part bicarbonatée calcique très importante.

Quelques forages seulement sont connus dans les formations anté-secondaires :

- Ordovicien supérieur : un ouvrage peu profond (30 m) a donné 8 m³/h ;
- Silurien : des ouvrages profonds (jusqu'à 120 m de profondeur totale) ont donné des résultats médiocres (0 à 1,5 m³/h) ;
- limite Silurien/Dévonien : un ouvrage (profondeur totale : 88 m) a donné 2 à 3 m³/h ;
- Carbonifère inférieur : 60 m³/h dans un forage de 22 m de profondeur (3962-1-27).

Formations secondaires et tertiaires

La plus grande partie de la carte est occupée par les formations du Cénozoïque comportant de grandes étendues de formations superficielles (notamment alluviales : à noter en particulier le cours ancien de la Sarthe entre La Chapelle-d'Aligné et Malicorne-sur-Sarthe) et résiduelles (notamment pour le Dogger et le Crétacé). Deux aquifères sont sollicités par des captages :

- nappes du Dogger (Bajocien - Bathonien) ;
- nappe du Cénomanién.

D'autres aquifères de faible importance peuvent être exploités localement : Lias inférieur, Turonien inférieur, Eocène, alluvions de la Sarthe, etc.

Les forages disponibles donnent sur ces aquifères des informations assez disparates. Il n'existe pratiquement aucune donnée hydrodynamique ni analyses physico-chimiques récentes.

Nappe du Dogger. Elle est connue par une douzaine d'ouvrages qui fournissent souvent des débits élevés pouvant atteindre 150 m³/h. Le réservoir est constitué par les calcaires oolithiques du Bathonien qui peuvent être développés au moyen d'une ou de plusieurs acidifications.

Débits spécifiques en m³/h/m : varient de 2 à 11, moyenne : 4,5 ; à noter qu'ils peuvent atteindre exceptionnellement des valeurs très élevées, supérieures à 20.

Transmissivité : le forage 392-3-25 (Parcé-sur-Sarthe), bien étudié, a fourni une valeur moyenne de 2,5.10⁻³ m²/s avec des débits spécifiques élevés compris, selon les débits, entre 15 et 20 m³/h/m.

Les profondeurs totales des forages sont comprises entre 15 et 140 m, avec une moyenne de 48 m.

Nappe du Cénomanién. Une douzaine de forages donnent des informations sur cet aquifère. Les formations captées, sablo-graveleuses ou sableuses, appartiennent au Cénomanién inférieur et moyen dont les épaisseurs, et par conséquent les débits, sont très variables selon les lieux. La nappe du Cénomanién peut être soit libre, soit captive. Dans ce dernier cas, l'aquifère surmonté par les marnes à huîtres du Cénomanién supérieur est de plus bien protégé contre les pollutions.

Débit spécifiques en m³/h/m : varient de 0,5 à 7, moyenne : 2,5.

Dans le cas des forages exploités sur la feuille La Flèche, les débits extraits restent assez modestes : cela semble dû soit à une épaisseur insuffisante des sables aquifères, pouvant être localement argileux, soit à des ouvrages imparfaitement adaptés aux terrains : crépines mal choisies et/ou mise en production insuffisamment élaborée. Normalement les débits spécifiques à attendre d'une telle formation, dans ce secteur, devraient être compris entre 3 et 8, voire davantage.

Les profondeurs totales des forages sont comprises entre 30 et 230 m, avec une moyenne de 79 m.

Les eaux du Cénomanién sont en général assez douces et agressives (pouvant atteindre 1 000 µS/cm), avec des duretés comprises entre 30 et 40° F et des teneurs parfois élevées en fer (pouvant dépasser 1,0 mg/l) et/ou en manganèse.

RESSOURCES MINÉRALES

Argiles

Les argiles d'Ecommoy (Cénomanién basal) ont été autrefois exploitées pour la poterie et la fabrication de briques et de tuiles ; les traces des anciennes exploitations (four à briques ou anciennes carrières) se retrouvent actuellement aux Richardères (au Nord de La Chapelle-d'Aligné) ainsi qu'au lieu-dit des Halles (à l'Est de Vion).

Les argiles du Callovién ont été utilisées pour les célèbres "faïences de Malicorne" ; la zone où était extraite "la terre" se situe au Sud-Est de Malicorne près du lieu-dit Pinceloup où se remarquent encore les traces

des anciennes excavations. Il semble que l'argile utilisée était surtout prélevée dans le profil d'altération établi sur les formations calloviennes. Actuellement la terre utilisée par la faïencerie est importée.

Sables et graviers

Sur toute l'étendue de la feuille de petites gravières exploitent les niveaux les plus grossiers (graviers quartzeux) du Cénomanién basal, la majorité d'entre elles sont abandonnées ou ouvertes de façon intermittente.

Les alluvions de la Sarthe sont exploitées de façon temporaire essentiellement entre Malicorne et Parcé. Une grande carrière avait été ouverte entre Malicorne et Noyen au moment de la construction de l'autoroute Angers - Le Mans ; elle est maintenant fermée.

Calcaires

Les calcaires jurassiques ont fait l'objet de nombreuses exploitations à tous les niveaux stratigraphiques.

Les calcaires pliensbachiens de Précigné ont été extraits autour de ce bourg ; ils ont alimenté des fours à chaux (La Vairie). Les calcaires massifs du Bajocien et du Bathonien ont été intensément exploités ; de grandes carrières ont entaillé la rive droite de la Sarthe de Parcé à Avoise. Sur toute cette même rive, vers l'amont, en face de Dureil, s'étendaient les vastes carrières, certaines en galeries, de Pécheuseul. Tous ces lieux d'extraction sont abandonnés et les célèbres niveaux de Pécheuseul sont difficilement accessibles. Présence de quelques carrières, en plaine, dans la Champagne de Sablé, et d'un ancien four à chaux à La Crosnerie. Troglodytisme et caves à Avoise.

DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES

Le Paléozoïque de la région de Sablé

A partir de Sablé-sur-Sarthe prendre la direction de Juigné-sur-Sarthe ; la route qui longe la vallée de la rivière recoupe la terminaison périclinal du synclinal de Sablé.

A la sortie de Sablé, après le viaduc, dans les talus de la route affleurent les assises de la formation de Gahard (S4-d1a) (schistes et quartzites et grès de Gahard) puis les schistes et calcaires de Saint-Cénéry (d1a-2). Vient ensuite en discordance la formation de l'Huisserie de la base du Carbonifère (h1) surmontée par les calcaires de Sablé bien visibles dans la grande carrière de Port-Étroit.

Le Jurassique au Nord de la Sarthe (figure 5)

La discordance du Jurassique sur le socle paléozoïque peut être observée dans le bourg de Juigné-sur-Sarthe où les calcaires riches en détritiques, en bancs horizontaux, reposent sur les calcaires de Sablé plissés.

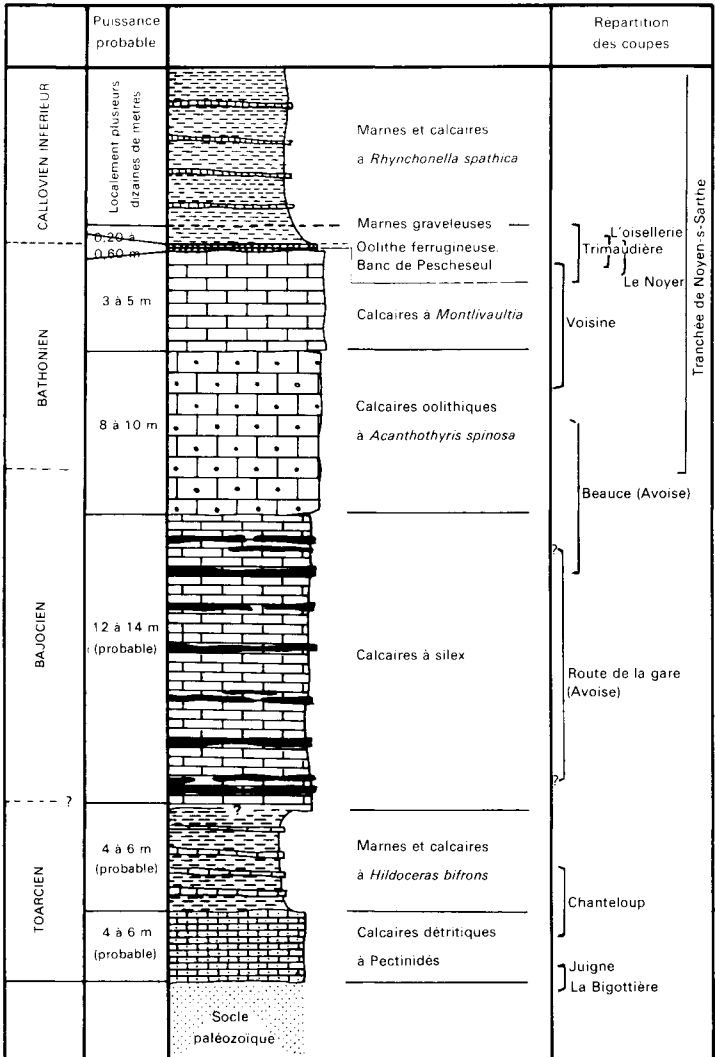


Fig. 5 - Colonne lithostratigraphique sommaire
Terrains jurassiques du Nord de la feuille La Flèche

Ensuite, poursuivre vers l'Est jusqu'à Avoise en traversant la vallée de la Vesgre où des affleurements temporaires exposent les calcaires et marnes à *Hildoceras bifrons*.

A Avoise, les carrières ouvertes en bordure de la route de la gare entament les calcaires à silex du Bajocien. Ces derniers se retrouvent également à la base du front de taille des carrières de Baucé, à la sortie d'Avoise vers Parcé, où ils sont surmontés par les calcaires oolithiques du Bathonien. Cet ensemble calcaire montre également des poches et des conduits karstiques, souvent colmatés par des formations rouges pliocènes. En continuant vers Parcé les calcaires bathoniens sont entaillés par d'anciennes carrières souterraines et creusés d'habitations troglodytes.

Les marnes du Callovien inférieur affleurent localement mais sont difficiles à observer en dehors de la grande coupe de la tranchée du chemin de fer de Noyen-sur-Sarthe (son accès nécessite une autorisation préalable et comporte des risques).

Les formations crétacées

D'une façon générale les assises crétacées ne donnent que des affleurements assez médiocres sur la feuille La Flèche.

La base de la série et son contact avec le Jurassique peuvent être observés à l'Est de Louailles dans d'anciennes carrières difficiles d'accès ou partiellement remblayées. Ces excavations sont creusées dans les assises graveleuses des sables du Maine.

Les marnes à pycnodontes, ne donnent généralement pas de coupes importantes mais sont facilement identifiables par leurs niveaux de lumachelles. Dans la région de Crosnières ou dans la butte de Notre-Dame-du-Pé, certains labours sont pavés de valves de pycnodontes ou d'exogyres.

Les sables de Bousse peuvent être observés dans d'anciennes exploitations ou des affleurements temporaires près du cimetière de Bousse.

Enfin, la craie marneuse à *Inoceramus labiatus* et la craie-tuffeau peuvent être observées dans d'anciennes exploitations souterraines dans le coteau au Nord de La Flèche (région de Saint-Germain-du-Val).

BIBLIOGRAPHIE

BOYER C. (1976) - Les grandes périodes d'activité volcanique au cours des temps paléozoïques dans les massifs armoricain et central *Bull. BRGM*, (2), 1, 1, p. 3-24, Orléans.

CHANTRAINE J., CHAUVEL J.J., DUPRET L., GATINOT F., ICART J.C., LE CORRE C., RABU D., SAUVAN P., VILLEY M. (1982) - Inventaire lithologique et structural du Briovérien (Protérozoïque supérieur) de la Bretagne centrale et du Bocage normand. *Géologie de la France*, 1, 2-3, p. 3-18, Orléans.

COTTEAU G., TRIGER J., (1855-1869) - Echinides du Département de la Sarthe. Baillière, Paris.

CRASQUIN S. (1986) - Les ostracodes dinantiens du Synclinal de Laval et du Synclorium de Namur. Thèse 3e cycle, univ. Lille, 2 t., 240 p..

DELAUNAY P. (1930) - Le sol sarthois. Imprimerie Monnoyer, Le Mans.

DELAUNAY P. (1932) - Le sol sarthois. Fascicule n° 3 : les terrains jurassiques. Le Mans, imprimerie Monnoyer.

D'ERCEVILLE M.A. (1979) - Les spores des formations siluro-dévonniennes de la coupe de Saint-Pierre-sur-Erve (synclorium médian armoricain). *Paleontographica*, Abt B, 171, 4-6, p. 79-121, pl. 1-7, Stuttgart.

HOULGATTE E., PELHATE A. (1988) - Les formations paléozoïques de la feuille Château-Gontier. In : Brossé *et al.*, notice explicative de la feuille 1/50 000 Château-Gontier. éd. BRGM.

JUIGNET P., MEDUS J., (1972) - Les argiles noires d'Ecommoy (Sarthe) précisions sédimentologiques et palynologiques. *C.R. somm. Soc. géol. France*, p. 310-311, 1 fig.

JUIGNET P. (1974) - La transgression crétacée sur la bordure orientale du Massif armoricain. Thèse, Caen, 806 p., 174 fig., 28 pl.

KLEIN C. (1973) - Massif armoricain et bassin de Paris. Thèse, univ. Bretagne occidentale ; Assoc. Publ. univ. Strasbourg, Fondation Baulig, t. XII, 882 p..

LE GALL B., DARBOUX J.R. (1988) - Les Montagnes Noires : cisaillement bordier méridional du bassin carbonifère de Châteaulin (Massif armoricain, France). Caractéristiques structurales, métamorphiques et magmatiques. *Geodynamica Acta* (sous presse).

LE HÉRISSÉ A. (1983) - Les spores du Dévonien inférieur du Synclorium de Laval (Massif armoricain). *Palaeontographica*, abt. B, 188, 1-3, p. 1-81, Stuttgart.

LE HÉRISSÉ A., PLAINE J. (1982) - Volcanisme basique dans le Carbonifère inférieur du Synclorium de Laval (Massif armoricain, France). *C.R. Acad. Sci.*, Paris, (D), 294, p. 1199-1202.

LOUAIL J. (1969) - Etude sédimentologique des "Sables et Gravieres de Jumelles" (Maine et Loire). Thèse, univ. Rennes, 126 p., 66 fig.

LOUAIL J. (1984) - La transgression crétacée au Sud du Massif armoricain. *Mémoire SGMB* n° 28. 300 p., 131 fig., 23 tab., 11 dépliants, 20 pl. ht.

MORZADEC P. (1970) - Révision de *Phacops (Phacops) potieri* BAYLE 1878 (trilobites). *Bull. Soc. géol. France*, (7), 11, 1969 : 917-924, Paris.

MORZADEC P. (1977) - Le synclorium de Laval. In : Guides géologiques régionaux, "Bretagne", p. 77-85, Masson édit., Paris.

OEHLERT D., OEHLERT P. (1900) - Feuille de Laval. *Bull. Serv. Carte géol. France*, 112, XI, p.

OEHLERT D., OEHLERT P. (1909) - Compte rendu de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France dans la Sarthe et la Mayenne du 26 août au 7 septembre 1909. *Bull. Soc. géol. France* (4), 9, p. 545-675, (publ. 1912).

OEHLERT D., OEHLERT P. (1898) - Feuille de La Flèche. *Bull. Serv. Carte géol. France*, 63, X, p. 49-50.

PARIS F. (1977) - Les formations siluriennes du synclinorium de Menez-Belar ; comparaison avec d'autres formations siluriennes du Massif armoricain. *Bull. BRGM*, 2e sér., sect. 1, n° 2, p. 75-87.

PARIS F. (1981) - Les chitinozoaires dans le Paléozoïque du Sud-Ouest de l'Europe (Cadre géologique, Etude systématique, Biostratigraphie). *Mém. Soc. géol. minéral. Bretagne*, 26, 412 p., 134 fig., 44 tabl., 41 pl.

PARIS F., MORZADEC P., LE HÉRISSE A., PELHATE A. (1986) - Late Devonian - Early Carboniferous events in the Armorican Massif (Western France) : a review. *Ann. Soc. géogr. Belgique*, 109, p. 187-195.

PELHATE A. (1980) - Excursion 805, arrêts 4-7. In : Stratigraphie du Paléozoïque du Massif armoricain : le Synclinorium de Laval (dir. P. MORZADEC, A. PELHATE). *Bull. Soc. géol. minéral. Bretagne* (C), 11, 1-2, p. 183-191 (1979).

PILLET J. (1973) - Les trilobites du Dévonien inférieur et Dévonien moyen du Sud-Est du Massif armoricain. *Mém. Soc. Etud. Sci. Anjou*, 1972, 1 : 307 p., 64 pl.

PLAINE J. (1976) - La bordure sud du synclinorium paléozoïque de Laval (Massif armoricain). Stratigraphie, Volcanisme, Structure. Thèse 3e cycle, Rennes, 229 p. (inédit).

RACHEBOEUF P.R. (1976) - Chonetacea (brachiopodes) du Dévonien inférieur du bassin de Laval (Massif armoricain). *Palaeontographica*, A, 152, p. 14-89, Stuttgart.

RAGUIN E., ZVEREFF R. (1946) - Roches éruptives du bassin de Laval (Mayenne) et des environs de Sablé (Sarthe). *Bull. Soc. géol. France*, (5), XVI, p. 313-321.

RENAUD A. (1942) - Le Dévonien du synclinorium médian Brest - Laval. *Mém. Soc. géol. minéral. Bretagne*, 8, I, 184 p. ; II, 385 p., 14 pl. Rennes.

RENAUD A., PHILIPPOT A., GIOT P.R. (1948) - Révision de la feuille La Flèche à 1/80 000. *Bull. Serv. Carte géol. France*, 221, XLVI, 1946, p. 45-53.

RIOULT M. (1969) - Contribution à l'étude du Lias de la bordure occidentale du bassin de Paris. Thèse, Caen.

ROLET J. (1983) - La "phase bretonne" en Bretagne : état des connaissances. *Bull. Soc. géol. minéral. Bretagne*, 1982 (C), 14, 2, p. 12-71.

ROY C. (1979) - Contribution à la connaissance de la flore du Carbonifère inférieur du bassin de Laval. Thèse 3e cycle, univ. Lyon 1, 16 pl., 130 p..

SAGON J.P. (1976) - Contribution à l'étude géologique de la partie orientale du bassin de Châteaulin (Massif armoricain) : stratigraphie, volcanisme, tectonique. Thèse Dr. ès Sciences, Paris, 593 p..

VILLEMIN C. (1986) - Les tétracoralliaires (Rugosa) du Carbonifère inférieur du Massif armoricain (France). Thèse, Rennes, 212 p., 26 pl.

Carte géologique à 1/80 000

- Feuille *La Flèche* : 1ère édition (1911) par D.P. OELHERT *et al.*,
2e édition (1965) par A. RENAUD *et al.*

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, 44000 Nantes, ou bien au BRGM, Maison de la Géologie, 77 rue Claude Bernard, 75005 Paris.

AUTEURS DE LA NOTICE

Coordination de rédaction : Jacques LOUAIL (3)

Protérozoïque et Paléozoïque : Pierre MORZADEC (1) et
Alain LE HÉRISSÉ (2)

Jurassique : Romain BROSSÉ (3)

Crétacé et Cénozoïque : Jacques LOUAIL

Pliocène et Quaternaire : Gérard MOGUEDET (3)

Hydrogéologie : H. ETIENNE (4)

- (1) Université de Rennes, Laboratoire de stratigraphie et de paléontologie, Institut de géologie - 35042 Rennes cedex.
- (2) Université de Bretagne occidentale, Laboratoire de stratigraphie et de paléontologie, avenue le Gorgeu - 29287 Brest cedex et GRECO 13007 du CNRS.
- (3) Université d'Angers, Laboratoire de géologie, Ensemble scientifique, 2 boulevard Lavoisier - 49045 Angers cedex.
- (4) Bureau de recherches géologiques et minières, BP 6009 - 45060 Orléans cedex 2.

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

- pour la carte : LOUAIL J., MORZADEC P., LE HÉRISSÉ A., BROSSÉ R., JUIGNET P., GIORDANO R., DURAND J. (1988) - Carte géol. France (1/50 000), feuille LA FLÈCHE (392) - Orléans : Bureau de recherches géologiques et minières.
Notice explicative par LOUAIL J., MORZADEC P., LE HÉRISSÉ A., BROSSÉ A., MOGUEDET G., ETIENNE H. (1989), 38 p.
- pour la notice : LOUAIL J., MORZADEC P., LE HÉRISSÉ A., BROSSÉ A., MOGUEDET G., ETIENNE H. (1989) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille LA FLÈCHE (392) - Orléans : Bureau de recherches géologiques et minières, 38 p.
Carte géologique par LOUAIL J., MORZADEC P., LE HÉRISSÉ A., BROSSÉ R., JUIGNET P., GIORDANO R., DURAND J. (1988).

Réalisation BRGM
Dépôt légal : 2e trimestre 1989
N° ISBN 2 - 7159 - 1392 - 3