



LE MANS

La carte géologique à 1/50 000
LE MANS est recouverte par les coupures suivantes
de la carte géologique de la France à 1/80 000 :
au nord-ouest : MAYENNE (N° 77)
au nord-est : NOGENT-LE-ROTROU (N° 78)
au sud-ouest : LA FLÈCHE (N° 92)
au sud-est : LE MANS (N° 93)

SILLÉ- LE-GUILLAUME	BEAUMONT- S-SARTRE	LA FERTE -BERNARD
LOUÉ	LE MANS	BOULOIRE
LA FLÈCHE	ECOMMOY	LA CHARTRE- S-LE-LOR

**CARTE
GÉOLOGIQUE
A 1/50 000**

BUREAU DE
RECHERCHES
GÉOLOGIQUES
ET MINIÈRES

LE MANS

XVII-19

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL ET SCIENTIFIQUE
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
Boîte postale 6009 – 45018 Orléans Cédex – France



NOTICE EXPLICATIVE

INTRODUCTION

PRÉSENTATION DE LA FEUILLE

La région représentée sur cette feuille se situe au cœur du Haut Maine ; elle appartient à la marge occidentale du Bassin parisien bordant le Massif armoricain.

La ville du Mans s'est développée au confluent de la Sarthe et de l'Huisne dont les larges vallées favorisent les communications avec la Basse Normandie vers le Nord, la région parisienne vers le Nord-Est et l'Anjou vers le Sud-Ouest.

Dans l'ensemble, le relief se présente comme un plan incliné, découpé par les cours d'eau, dont l'altitude avoisine 120 m au Nord et 80 m au Sud. On peut distinguer, autour du Mans, plusieurs unités géographiques : au Nord, le plateau de Sargé auquel se rattache vers le Nord-Est la butte d'Auvours ; à l'Est, la plaine de Changé et Ruaudin (altitude 40 à 60 m) couverte de pinèdes et de landes à bruyère ; au Sud, la dépression fertile du Bélois ; à l'Ouest, le plateau de Rouillon au-delà duquel on découvre le paysage vallonné des plateaux de Degré et Louplande.

Le socle paléozoïque n'est pas visible, mais il affleure à proximité, vers l'Ouest, sur la feuille Loué.

En discordance au-dessus, les terrains jurassiques n'apparaissent que dans le fond des vallées ou à l'occasion de bombements localisés sur le pourtour de la cuvette du Mans.

Les couches d'âge crétacé sont transgressives d'Est en Ouest sur l'Oxfordien, puis le Callovien. L'étage cenomanien, défini par d'Orbigny (1847) dans la localité du Mans (Cenomanum), est surtout représenté par des sables et des grès couvrant de larges surfaces. La craie du Turonien est conservée localement sous l'argile à silex. Quelques petits bassins tertiaires ont été épargnés par l'érosion. Les alluvions quaternaires sont par contre très étendues dans les vallées de la Sarthe et de l'Huisne.

HISTOIRE GÉOLOGIQUE

La région du Mans, située en bordure orientale du Massif armoricain, a correspondu à un domaine marin littoral, à deux reprises au cours du Secondaire.

Au Lias, les premiers dépôts associés à la transgression marine colmatent les irrégularités de la surface du socle et au Dogger la sédimentation carbonatée recouvre une plate-forme littorale peu accidentée, aux eaux agitées. Au Callovo-Oxfordien, des éléments terrigènes apparaissent en grande quantité et peuvent se décanter dans un bassin relativement calme. A la suite de la régression de la mer vers la fin du Jurassique, la région du Mans émerge puis connaît une période d'altération continentale et de déformations modestes au cours du Crétacé inférieur. Les formations continentales résiduelles reprises par l'érosion à l'époque de la transgression cénomaniennne, s'associent finalement aux sédiments marins dans une série détritque épaisse cantonnée dans le bassin mancellien ; la subsidence dans ce domaine est particulièrement sensible par comparaison avec le bassin normand situé vers le Nord au-delà de l'axe du Merlerault et en regard également de la bordure stable reconnue ici sur la rive droite de la Sarthe, apparemment séparée de la cuvette du Mans par une flexure jouant au cours du Cénomanienn. Malgré cette subsidence, des hard-grounds se développent à plusieurs reprises à l'échelle régionale en association avec des lacunes ou des ravinements ; la sédimentation reste marquée par l'existence de violents courants estuariens et côtiers. Au Turonien, cette individualité du bassin mancellien disparaît et l'extension de la Craie marneuse sur toute la bordure armoricaine traduit une homogénéité nouvelle de sédimentation et d'environnement.

Depuis la fin du Crétacé, la région mancelle appartient au domaine continental. Toutefois, au cours du Bartonien, la cuvette du Mans a été occupée par des lacs lagunaires en relation vers le Sud-Ouest avec le golfe marin de la Basse Loire. Le climat de l'Éocène a favorisé une altération caractérisée par la genèse de kaolinite et la formation de sépiolite et attapulgite dans les lacs lagunaires.

Au cours du Quaternaire, lors des grandes glaciations, la région est soumise à des conditions périglaciaires à l'origine des remblaiements alluvionnaires. A certaines périodes, la contrée correspond à un désert froid balayé par le vent comme en témoignent les pavages de blocs à patine éolienne, les festons de cryoturbation et les fentes en coin.

FORMATIONS SÉDIMENTAIRES

JURASSIQUE

j1. **Bajocien.** La formation de « l'Oolithe inférieure à silex », épaisse de 18 m environ, affleure dans les dômes de Saint-Benoît, Flacé, la Grève près d'Étival et Téloché.

La partie inférieure (8 m) présente à l'Ouest, des bancs massifs de calcaire jaunâtre oolithique et pseudoolithique à débris de Bryozoaires, Échinides, Lamellibranches et Foraminifères avec quelques rares quartz dans un ciment recristallisé (oobiosparite) ; au-dessus apparaissent des petits bancs lenticulaires plus ou moins consolidés de calcarénite fine oolithique bioclastique avec granules ; vers l'Est, le faciès oolithique disparaît au profit de bancs compacts de calcarénite fine à granules avec débris d'Échinides et Lamellibranches (biopelsparite) et de calcaire bioclastique gris cristallin. Ces niveaux représentent le Bajocien inférieur et moyen.

La partie moyenne (5 m) est caractérisée par la présence de cordons de silex gris associés vers l'Ouest à des bancs décimétriques de calcarénite beige fine à granules, débris de Bryozoaires, Lamellibranches, Échinides, Foraminifères et avec intercalations de lits de sable calcaire oolithique ; vers l'Est, les silex accompagnent des calcaires

gris-beige bioclastiques massifs avec horizons de calcaire marneux.

La partie supérieure (5 m), présente des bancs massifs de calcarénite fine jaunâtre ou gris clair avec débris d'Échinides, Lamellibranches, Foraminifères, quelques oolithes et une proportion élevée de quartz détritique, alternant avec des horizons de calcaire marneux.

La faune, dans la partie moyenne et supérieure de la formation, peu abondante et rarement bien conservée, comprend : *Lima gibbosa* et *Trigonia costata* ; elle correspond à la zone à *Parkinsonia parkinsoni* (Bajocien supérieur).

j2. **Bathonien.** Trois formations attribuées à cet étage : le « Calcaire à *Acanthothyris spinosa* », « l'Oolithe de Mamers » et le « Calcaire à *Montlivaultia sarthacensis* », peuvent être observées dans les dômes de Saint-Benoît et Téloché.

Le « Calcaire à *Acanthothyris spinosa* » présente des bancs massifs de calcarénite blanc jaunâtre avec débris d'Échinodermes et nombreux petits quartz détritiques ; « l'Oolithe de Mamers » est constituée de calcaire oolithique bioclastique plus ou moins cimenté ; l'ensemble, peu fossilifère, atteindrait une douzaine de mètres et représente le Bathonien inférieur et moyen.

Au-dessus, le « Calcaire à *Montlivaultia sarthacensis* » est constitué, sur 3 m environ, de bancs compacts blanchâtres mal stratifiés de calcarénite à Bryozoaires, Échinodermes, Lamellibranches, Gastéropodes et rares oolithes dans un ciment microcristallin à plages recristallisées ; la partie supérieure, avec faciès de calcarénite à grumeaux argilo-ferrugineux se délite souvent en plaquettes noduleuses. La faune est abondante dans certains horizons lenticulaires : *Oxycerites aspidoides*, *Astarte lurida*, *Corbis davoustiana*, *Lima proboscidea*, *Limea duplicata*, *Trigonia costata*, *Amberleya bathis*, *Ampullina peka*, *A. stricklandi*, *Pleurotomaria brevillei*, *P. lycetti*, *Rhabdocidaris copeoides*. Cette formation représente une partie du Bathonien supérieur ; elle se termine par une surface d'érosion.

j3a. **Callovien inférieur.** Les « Argiles et calcaires à *Rhynchonella spathica* » affleurent largement dans le quart nord-ouest de la feuille, vers La Suze et dans le dôme du Bélinois au Nord de Téloché. Cette formation présente une soixantaine de mètres de puissance (forage de Chauffour-Notre-Dame).

On rencontre à la base, au-dessus du Calcaire à *Montlivaultia*, un niveau de marnes ferrugineuses noduleuses avec bancs lenticulaires de calcarénite beige, bioturbée, à oolithes de gœthite très mal classées et faune abondante : c'est le célèbre « Banc de Pescheseul » (1 m) qui, à Saint-Benoît, fournit *Macrocephalites macrocephalus*, *Dolikephalites gracilis*, *Choffatia* sp., *Grossouvria* sp., *Hecticoceras* sp., *Homeoplanulites* sp., *Pseudoperisphinctinae* ainsi que *Modiolus bipartitus*, *Limatula gibbosa*, *Protocardia* gr. *buckmani*, *Pleuromya alduini*, *P. uniformis*, *Pholadomya* gr. *deltoides*, *Pseudodiadema wrighti*, *Pygothyris ringens*, *P. ovalis*, *Rhynchonelloidea* gr. *cerealis*, *Stomatopora dichotoma*. Ce niveau représente un niveau de condensation correspondant à la zone à *M. macrocephalus* et à la base de la zone à *D. gracilis*. Au-dessus, se développent sur environ 30 m, des alternances de bancs de calcaire marneux gris jaunâtre et de marne grise plus ou moins sableuse, dont la fraction argileuse est constituée par une association illite-kaolinite. La partie supérieure (30 m) est surtout représentée par des calcaires marneux. La faune contient *Pholadomya carinata*, *Oxytoma inaequalis*, *Rhynchonella spathica* et *Tetralysis quadrata* (Coulans, Fay, La Suze, Téloché).

j3b. **Callovien moyen et supérieur.** A la base, le « Calcaire ferrugineux » se présente comme un calcaire marneux gris jaunâtre parsemé d'oolithes de gœthite (2 m d'épaisseur). Aux Châtaigniers, à Chauffour, Fay et Téloché, on y récolte : *Kosmoceras jason*, *Reineckeia anceps*, *Erymnoceras coronatum*, *Lunuloceras* sp., *Isocardia tener*, *Lima duplicata*, *Inoperna solenoides*, *Chlamys fibrosus*, *Plicatula peregrina*, *Phasianella striata*, *Collyrites elliptica*, *Holactypus depressus*, *Stomechinus calloviensis*, *Rhynchonella spathica* et des ossements de Reptiles. Ce niveau fossilifère

condensé représente le Callovien moyen.

Au-dessus, des marnes sableuses gris-beige ou bleues avec bancs de calcaire marneux peu fossilifères affleurent mal ; ces niveaux représenteraient le Callovien supérieur (zones à *Peltoceras athleta* et *Lamberticeras lamberti*).

j4. **Oxfordien inférieur.** Les « Argiles et calcaires de la Vacherie » affleurent au voisinage du Mans près d'Arnage, et surtout dans le Béloinois.

On y observe une succession de niveaux argileux et sableux fins, gris jaunâtre ou bleus, épais de 1 à 5 m, alternant avec des bancs calcaires bioturbés ou des cordons noduleux gréseux fossilifères. Les argiles contiennent une association montmorillonite dominante - illite accessoire, sans kaolinite. La faune comprend *Cardioceras cordatum*, *Aspidoceras perarmatum*, *Hibolites hastatus*, *Cylindroreuthis puzosiana*, *Gryphaea dilatata*, *Myophorella clavellata*, *Isognomon mytiloides*, *Thurmanella thurmanni*, *Terebratula rauraciensis*, *Tetralysis quadrata*. La microfaune contient *Lenticulina munsteri*, *L. polonica*, *L. quenstedti*, *Flabellinella nikitini*, *Saraceneria cornucopiae*, *Marginulopsis striato-costata*, *Eoguttulina oolithica*, *Spirillina elongata*, *S. tenuissima*, *Proteonina diffflugiformis*, *Ophthalmidium tenuissimum*, *Nubeculinella bigoti*, *Cythereella index*, *Lophocythere cruciata*, *Praeschuleridea caudata*, *Procytheridea gublerae*, *P. martini*, *Schuleridea triebeli*, *S. minuta*.

L'association sporopollinique de l'Oxfordien du Béloinois comprend : *Densoisporites* sp., *Concavisporites verrucosus* Delc.-Spr., *Matonisporites* sp., *Leptolepidites* cf. *major* Couper 1958, *Deltoidospora* sp., *Klukisporites* sp., *Classopollis classoides* Pflug, *Tsugaepollenites triangularis* (Levet-Carette) Tralan, *Ts. mesozoicus* Couper, *Ts. trilobatus* (Balme) Dettmann, *Ts. dampieri* (Balme) Dettmann, *Ts. cf. mesozoicus* Couper, *Araucariacites* sp. *australis* Cookson, *Alisporites rotundus*, *Ephedripites* sp., *Spheripollenites subgranulatus* Couper, *Brachysaccus microsaccus* Couper, *Classopollis* sp., *Cedripites* cf. *cretaceus* Pock., *Caytonipollenites pallidus* (Reiss) Couper, *Podocarpidites* sp., *Ginkgocycadophytus nitidus* (Balme) De Jersey, *Parvisaccites radiatus* Couper 1958, *Monosulcites* cf. *cotidianus* (Nils.) Tralan, *Eucommiidites* cf. *troedesonii* Erdt., *Uvaesporites* sp.

Le microplancton a livré les espèces suivantes : *Gonyaulacysta* cf. *aculeata* Klement, *Scriniodinium* cf. *dictyotum* sub. sp. *osmingtonensis* Gitmez 1970, *Chytroeispheridia chytroeides* Sarjeant, *Tenua hystrix* Eis, *Prolixosphaeridium* sp., *Gonyaulacysta* sp., *Endoscrinium* cf. *luridum* Defl., *Michystridium fragile* Defl., *Hexagonifera* sp., *Systematophora orbifera* Klement, *Teniophora iunctispina* Klement, *Gonyaulacysta* cf. *jurassica* Defl. (Détermination J.J. Châteauneuf).

La formation représente les zones à *Quenstedtoceras mariae* et *Cardioceras cordatum*.

Cette formation dépasse certainement 50 m d'épaisseur. Rappelons que le forage effectué en 1834, au Mans, Place des Jacobins, a recoupé 120 m d'argiles grises, représentant une partie du Callovien et de l'Oxfordien, sous les argiles glauconieuses du Cénomani.

CRÉTACÉ

c1. **Cénomani inférieur.** L'Argile glauconieuse à minerai de fer, dépôt crétacé transgressif sur les terrains jurassiques, a une épaisseur croissante d'Ouest en Est (10 m au voisinage de Coulans, 43 m dans la cuvette du Mans).

Dans le secteur nord-ouest, on observe des argiles veinées vertes et jaunes, ferrugineuses, avec feuilletés sableux souvent cimentés par de l'oxyde de fer et formant des plaquettes limonitiques (Saint-Saturnin, La Quinte). Le faciès le plus répandu comprend des sables fins argileux très glauconieux, micacés, gris ou vert foncé, à stratification diffuse ou feuilletée, décalcifiés et peu fossilifères, (Étival, Le Grippé, Mulsanne, Fâtines). Les quartz sont peu usés ; de nombreux grains de glauconie

proviennent de la transformation des biotites ; le cortège de minéraux lourds où dominent les ubiquistes (zircon, tourmaline) est constitué pour un tiers de minéraux de métamorphisme, essentiellement la staurotide avec traces d'andalousite et de disthène ; la kaolinite est abondante vers l'Ouest, par contre vers Le Mans, la montmorillonite est prédominante avec illite accessoire. En forage, la formation est constituée par la superposition de séquences métriques débutant par un sable plus ou moins grossier, très glauconieux et se terminant par des horizons d'argile gris foncé souvent bioturbée.

Quelques lentilles ocre, ferrugineuses, concrétionnées, contiennent localement une faune décalcifiée à l'état de moules (Arnage, les Châtaigniers) avec : *Euhyrtrichoceras nicaisei*, *Hyphoplites campichei*, *H. costosus*, *H. crassofalcatus*, *Hypoturrilites cenomanensis*, *H. schneegansi*, *Schloenbachia intermedia*, *S. subvarians*, *Cardium moutonianum*, *Neithea quinquecostata*, *Exogyra obliquata*, *Trigonia sulcataria*, *T. alaeformis*, *Turritella cenomanensis* et nombreux fragments de bois fossile.

Dans le sous-sol du Mans et d'Yvré-l'Évêque, le faciès rappelle plus précisément celui des « Marnes de Ballon » avec horizons à petits fossiles nacrés. La microfaune contient *Lenticulina lepida*, *L. rotulata*, *Citharina pseudodiscors*, *Vaginulina costulata*, *V. wadei*, *Flabellinella plana striata*, *Palmula pilulata*, *Gavelinella baltica*, *G. minima*, *Arenobulimina preslii*, *Ataxophragmium depressum*, *Hoeglundina supracretacea*, *Hedbergella delrioensis*.

Ces niveaux représentent les zones à *Hypoturrilites carcitanensis* et *Mantelliceras saxbii*.

c2a. Cénomanien inférieur et moyen. Les « Sables et Grès du Maine » représentent un ensemble détritique grossier reposant sur l'Argile glauconieuse à minerai de fer par l'intermédiaire d'une surface de ravinement. Cette formation atteint 40 m d'épaisseur dans la cuvette du Mans et recouvre de larges surfaces au Sud et à l'Ouest du Mans.

Sur la moitié occidentale de la carte, on rencontre essentiellement des sables jaunes ferrugineux, grossiers, graveleux, décalcifiés et peu fossilifères, avec horizons de poudingue à galets de quartz et amas de kaolinite pure. On y observe fréquemment des lentilles de grès à ciment d'oxyde de fer (faciès de « roussard ») qui se situent à des niveaux variables sans relation avec la stratification et qui ont donné lieu à quelques exploitations (Saint-Georges-du-Bois, Trangé, La Quinte, Moncé-en-Belin). De nombreux faisceaux métriques présentent des stratifications obliques de direction moyenne N 30 à N 170 et quelques chenaux de grande taille (Mulsanne). Le cortège de minéraux lourds montre pour l'ensemble des Sables du Maine, un enrichissement remarquable en minéraux de métamorphisme d'origine armoricaine dont la proportion peut dépasser 75 % avec prédominance nette de l'andalousite sur la staurotide, le disthène restant à l'état de traces.

Dans le quart nord-est de la feuille, il est possible de distinguer localement deux formations superposées : à la base les « Sables et Grès de la Trugalle », au sommet les « Sables et Grès du Mans ».

Les sables de La Trugalle (20 à 25 m) sont souvent hétérogènes, glauconieux et présentent des bandes de grès calcaire fossilifère plus ou moins induré avec *Turrilites scheuchzerianus*, *Caprotina cenomanensis*, *Chlamys subacutus*, *Exogyra columba*, *E. obliquata*, *Isognomon lanceolata*, *Lima galliennei*, *Neithea aequicostata*, *N. quinquecostata*, *Ostrea canaliculata*, *Pseudolimea reichenbachi*, *Trigonia deslongchampsii*, *T. sulcataria*, *Gemmarcula menardi*, *Anorthopygus orbicularis*, *Codiopsis doma*, *Pygaster truncatus*, *Cerriopora ramulosa* et fragments de bois. En dehors d'*Orbitolina concava* (Fatines, les Commergeries, la Buzardière), la microfaune est très pauvre et en partie décalcifiée. Des faunes récoltées au-delà de la limite est de la feuille permettent de placer cette formation au sommet du Cénomanien inférieur (zone à *Mantelliceras dixoni*).

Les Sables et Grès du Mans (15 à 20 m) sont également grossiers, graveleux, glauconieux, avec des stratifications obliques et des horizons argileux à mont-

morillonite dominante associée à de l'illite.

Certaines séquences se terminent par un niveau de grès calcaire recouvert parfois d'un hard-ground ; c'est le cas en particulier du niveau situé au sommet de la formation et qui est appelé « Jalais ». La faune est parfois abondante (anciennes carrières de la Butte au Mans) avec *Acanthoceras rothomagense* et var. *confusum*, *Calycoceras gentoni*, *C. cenomanense*, *C. choffati*, *C. newboldi*, *C. sarthacense*, *Scaphites aequalis*, *S. obliquus*, *Sciponoceras baculoide*, *Schloenbachia subtuberculata*, *Turrilites acutus*, *T. costatus*, *T. scheuchzerianus*, *Trigonia crenulata*, *T. sinuata*, *T. spinosa*, *T. sulcataria*, *Gemmarcula menardi*, *Pentacrinus cenomanensis*, *Ophiura cretacea*, ainsi que des débris végétaux dont *Magnolia sarthacensis* ; au sommet du Jalais existe une lumachelle à *Archaeolithothamnium lycoperdioides* avec Polypiers isolés ou coloniaux et Stromatopores. Cette formation est à rapporter au Cénomanien moyen (zones à *Turrilites costatus*, *T. acutus* et à *Acanthoceras jukesbrownei*).

C2b. Cénomanien supérieur. Dans la cuvette du Mans et le secteur de Brette-les-Pins on distingue de bas en haut : les « Sables du Perche », les « Marnes à *Ostrea biauriculata* » et les « Sables et Grès à *Catopygus obtusus* ».

Les Sables du Perche ont 15 m d'épaisseur au Mans et comportent une série de séquences métriques. Chaque séquence présente un horizon basal de sable grossier graveleux glauconieux vert foncé, surmonté par un sable fin argileux glauconieux, micacé, beige ou vert, massif ou à stratification centimétrique, avec bioturbation fréquente ; le sommet présente souvent des feuilletés d'argile noire à montmorillonite et des lentilles de grès calcaire. Le cortège de minéraux lourds est également caractérisé par l'abondance de la staurotide et de l'andalousite. La faune, abondante dans les anciennes carrières de la Butte du Mans, comprend : *Calycoceras bruni*, *C. cenomanense*, *C. guerangeri*, *C. naviculare*, *C. planecosta*, *Anomia papyracea*, *Exogyra columba*, *Neithea phaseola*, *Pholadomya ligeriensis*, *Strombus inornatus*, *Trigonia sulcataria*, *Cyclothyris compressa*, *Gemmarcula menardi*. Le premier niveau situé à la partie inférieure des Sables du Perche est particulièrement riche en Crustacés : *Callianassa cenomanensis*, *Lithophylax trigeri*, *Porcellana antiqua*.

Les Marnes à *Ostrea biauriculata* atteignent 8 m d'épaisseur. Elles débutent par un banc de calcaire marneux glauconieux à galets de quartz et présentent des alternances de marne sableuse glauconieuse, avec montmorillonite et illite, et de calcaire gréseux ; la faune très abondante est caractérisée par *Angulithes triangularis*, *Eucalycoceras rowei*, *Calycoceras bruni*, *C. guerangeri*, *C. naviculare*, *C. newboldi spinosum*, *Exogyra columba*, *Neithea phaseola*, *Ostrea biauriculata*, *O. flabellata*, et localement au Mans par des Rudistes : *Caprotina costata*, *C. striata*, *Radiolites fleuriauxa* associés à des Polypiers. Il existe une surface d'érosion au sommet. Les Sables du Perche et les Marnes à *O. biauriculata* représentent la zone à *Calycoceras naviculare*.

Au-dessus, les Sables et Grès à *Catopygus obtusus* (1,60 m) marquent une récurrence du faciès détritique ; ce sont des sables moyens jaunâtres, micacés souvent concrétionnés en grès calcaire noduleux à la partie supérieure (hard-ground) ; ils contiennent : *Exogyra columba gigas*, *Granocardia proboscidea*, *Terebratula phaseolina*, *Catopygus obtusus*, *Nucleolites parallelus*, *Hamulus deformis*. Une faune d'Ammonites, récoltée au Nord-Est, en dehors de la feuille, permet de paralléliser cette formation avec le niveau à *Actinocamax plenus* du Bassin anglo-parisien (zone à *Metoicoceras gourdoni*).

C2b-3. Cénomanien supérieur et Turonien inférieur. La craie à *Terebratella carantonensis* est blanc verdâtre, sableuse, glauconieuse, micacée et contient *Lophacarinata*, *Ostrea canaliculata*, *Cidaris ligeriensis* ; on n'y a pas encore recoté d'Ammonites. Cette formation épaisse de 2 à 3 m, qui représente la partie supérieure du Cénomanien, passe insensiblement à la Craie à *Inoceramus labiatus*.

La « Craie marneuse à *Inoceramus labiatus* » du Turonien inférieur forme le substratum du plateau de Sargé et du plateau de Rouillon. Réduite à quelques mètres d'épaisseur, cette craie est riche en montmorillonite et généralement dépourvue de

silex dans toute sa partie inférieure. Il en existe quelques lambeaux près de Saint-Saturnin et Champagné. Près de Brette-les-Pins, cette formation a été rencontrée en forage sur plus de 20 mètres. La faune peu abondante est caractérisée par *Inoceramus labiatus*, *Orbirhynchia cuvieri*, *Discoidea minima*; la microfane planctonique est riche avec *Praeglobotruncana algeriana*, *P. hagni* et grosses Hedbergelles.

La Craie à *I. labiatus* est recouverte par une formation d'altération : la Formation résiduelle à silex. Il n'y a aucune trace de dépôts d'âge sénonien sur la feuille.

FORMATION D'ALTÉRATION (CRÉTACÉ SUPÉRIEUR-TERTIAIRE ?)

Rc3. **Formation résiduelle à silex du Turonien.** Elle est constituée d'argiles bariolées contenant une proportion variable de silex, provenant pour une large part de la décalcification des dépôts turoniens. La teinte des argiles peut être verdâtre, brun-jaune (code Munsell 10 YR - 6/8) ou rougeâtre (2.5 YR - 5/8); leur composition minéralogique est très variable. Certaines sont constituées uniquement de smectites; d'autres au contraire contiennent une forte proportion de kaolinite. L'illite, en faible proportion, est accessoire. Par rapport à la fraction argileuse du Turonien sous-jacent, on note une augmentation en pourcentage des kaolinites.

Les silex ont une forme irrégulière et un cortex brun-jaune. Ils sont irrégulièrement répartis dans la masse de la formation et semblent plus nombreux dans sa partie supérieure. Dans la moitié inférieure, l'argile est fréquemment dépourvue de silex.

Localement, la Formation résiduelle à silex est sableuse et peut même contenir des poches de sables. Ce sont des sables tertiaires secondairement piégés dans l'argile au centre des poches de dissolution ou mêlés à la formation par les phénomènes de cryoturbation, au Quaternaire.

La Formation résiduelle à silex repose sur les dépôts turoniens ou directement sur ceux du Cénomaniens, quand les formations crayeuses ont été entièrement décalcifiées. Elle est recouverte par les sables tertiaires ou seulement par le Complexe loessique des plateaux.

La Formation résiduelle à silex occupe des surfaces relativement importantes sur les plateaux de Rouillon et de Sargé; elle forme le sommet de la butte d'Auvours. Elle affleure également au Nord et au Sud de Brette-les-Pins. Son épaisseur varie en général entre 5 et 10 m, et ne semble pas excéder 15 mètres. Elle est très hydromorphe et contient localement une nappe perchée (Sargé, La Fontaine-Saint-Martin).

TERTIAIRE : ÉOCÈNE

Au Tertiaire manœuvre peuvent être rapportées plusieurs formations :

- les Calcaires de la Chapelle-Saint-Aubin,
- les Sables et grès à *Sabalites*,
- les Sables à silex de Bercé.

86. **Calcaires de la Chapelle-Saint-Aubin.** Les calcaires affleurent en deux zones réduites au Nord-Ouest de Pruillé-le-Chétif et au Nord du Mans. Ils sont essentiellement crayeux avec quelques nodules et lentilles de calcaire dur. Mal connue, leur épaisseur dépasse 20 m dans le bassin de la Chapelle-Saint-Aubin; elle est probablement moins importante dans le bassin de Pruillé-le-Chétif.

Le Calcaire de la Chapelle-Saint-Aubin est sableux le long de la voie ferrée Paris-Brest. Il devient plus marneux vers l'Est. Les minéraux argileux sont : kaolinite - sépiolite - attapulgite (voir tableau 1); il existe des niveaux noirs riches en matière organique et des marnes vertes.

Le calcaire de Pruillé-le-Chétif est couronné par des meulrières.

La tranchée de la voie ferrée Paris-Brest a livré une faune abondante de

Gastéropodes qui situe les calcaires manceaux dans le Bartonien (*Potamides lapidum*, *Dissostoma mumia*, *Valvata trigeri*, *Bithynia cyclostomaeformis*, *Peringia conica*, *Hydrobia pyramidalis*, *Planorbis planulatus*, *Pl. goniobasis*, *Pl. ambiguus*, *Lymnaea acuminata*, *L. longiscata*, *Helix menardi*).

Les calcaires de Pruillé-le-Chétif contiennent de très nombreux Foraminifères appartenant à la seule espèce *Discorbis bractifera*.

Les fossiles représentent trois aspects écologiques :

- des Mollusques terrestres : *Helix menardi*,
- des Mollusques dulcicoles : Lymnées - Planorbes - Valvées,
- des Mollusques d'eaux saumâtres : Potamides et Hydrobiidés.

En fait, seuls les Hydrobiidés et les *Discorbis bractifera* pullulent. Ils dénoncent un milieu saumâtre, à grands écarts de salinité.

e. **Les Sables et grès à *Sabalites*.** A l'Ouest de la voie ferrée Paris-Brest, le calcaire bartonien paraît passer latéralement à des sables qui contiennent de très grandes dalles gréseuses. Mais, en s'éloignant encore, cette formation surmonte les calcaires et lui semble un peu postérieure (gisement de Pruillé-le-Chétif aux Tréfins). Sur les plateaux de Sargé et de Rouillon, les blocs de grès reposent directement sur la Formation résiduelle à silex. En quelques endroits, la formation sableuse les accompagne, entre Sargé et Coulaines près de la Turerie, le Sablon Blanc entre Le Mans et Parence. Ailleurs, il reste quelques placages sableux peu épais et mélangés à la Formation résiduelle à silex. Les traces de ces sables et grès se rencontrent au sommet des buttes d'Auvours et de Rossay. Les blocs ont glissé sur les versants.

Jusqu'au siècle dernier, les grès étaient exploités. Ils ont fourni une flore caractérisée par *Sabalites andegavensis*, *Flabellaria saportana*, *Podocarpus sussonensis*, etc.

Sables à silex de Bercé. Dans l'angle sud-est de la feuille apparaissent des sables contenant des silex souvent désilicifiés.

Au Nord-Est de Brette-les-Pins, sur les Sables et grès à *Sabalites* couronnés par un horizon à meulière, les Sables à silex paraissent avoir une puissance d'une vingtaine de mètres. Ils sont très fins et souvent très argileux au point d'être imperméables.

La présence de kaolinite et d'attapulгите les rapproche des calcaires bartoniens du Mans. Un peu au Sud-Est, la même formation a fourni quelques *Discorbis bractifera*. Ils peuvent représenter un faciès latéral des calcaires du Mans.

Sédimentologie des sables tertiaires (formation à *Sabalites* et Sables à silex de Bercé), voir tableau n° 1.

Parmi les sables « tertiaires », plusieurs familles granulométriques peuvent être distinguées ; la plupart des courbes de fréquence sont unimodales (à l'exception de l'échantillon 93).

- Des sables grossiers mal triés, remaniés des sables cénomaniens, (échantillons 86, 28630, 26634), leurs modes sont supérieurs à 0,5 mm et peuvent atteindre et dépasser 5 mm. Leur hétérométrie est importante, (indice d'hétérométrie Pomerol supérieure à 2 α). Ces sables sont fréquents sur le plateau de Rouillon.
- Des sables moyens, relativement homogènes (échantillons 90, 28037, 28621, 28641, 28632) leur mode est voisin de 0,2 mm et leur distribution est presque symétrique. Leur tri est médiocre (indice d'hétérométrie Pomerol compris entre 1,5 et 2 α). 50 % des sables tertiaires, prélevés aussi bien sur les plateaux de Rouillon et de Sargé qu'au Sud de Brette-les-Pins se classent dans cette catégorie : ils semblent correspondre aux sables d'âge bartonien.
- Des sables fins bien triés (échantillons 66, 80, 82, 93 pp) dont l'indice d'hétérométrie Pomerol, est voisin de 1 α . Certains de ces sables ont un mode voisin de 0,080 mm, d'autres un mode proche de 0,050 mm. Ces sables proviennent probablement de remaniements éoliens.

Tous ces sables sont fréquemment argileux. Des lentilles d'argile peuvent leur être

associées, en particulier sur le plateau de Rouillon. Ces argiles contiennent, le plus souvent, une forte proportion de kaolinite avec localement des accumulations de gœthite (échantillons 86, 88, 28636).

FORMATIONS SUPERFICIELLES QUATERNAIRES

F. Formations alluviales. Quatre formations alluviales étagées, formant terrasses, bordent les rivières de l'Huisne et de la Sarthe. Les altitudes relatives au lit majeur actuel, permettent de les repérer :

- Fv : formation alluviale de 40 m,
- Fw : formation alluviale de 27-30 m,
- Fx : formation alluviale de 12-15 m,
- Fy : formation alluviale de 6-8 m,
- Fz : alluvions actuelles du lit majeur.

Les silex composent la quasi-totalité des galets des alluvions anciennes de l'Huisne tandis que celles de la Sarthe contiennent, outre les silex, des quartz, des grès, des quartzites, des schistes silteux, des granites, des roches volcano-sédimentaires du Briovérien et du Cambro-Ordovicien.

La puissance des dépôts de remblaiement varie de 4 à 8 m, mais souvent les formations alluviales du niveau de 40 m (Fv) constituent des placages épais seulement de 1 à 2 mètres. Les galets, très peu émoussés, forment des lits irréguliers alternant avec des niveaux sableux provenant essentiellement des sables siliceux cénomaniens enrichis en éclats de silex. Il s'y mêle de gros et de très gros blocs de grès tertiaires d'origine locale, de granite et de grès primaires. Leur transport depuis les Alpes mancelles n'a pu se faire que par radeaux de glace. Les formations alluviales anciennes témoignent de périodes quaternaires à climat périglaciaire. Celle de 6-8 m a livré, au siècle dernier, des restes de Mammouth (*Elephas primigenius*) ; sous les alluvions, l'argile imprègne les sables cénomaniens sur une épaisseur de 3 à 5 mètres.

Une formation sableuse, souvent d'origine éolienne, recouvre toujours les remblaiements alluviaux.

Les alluvions actuelles (Fz) consistent essentiellement en limons argileux. Elles masquent les parties basses des alluvions anciennes (Fy) de l'Huisne et de la Sarthe. Le long des ruisseaux, il s'agit plus de dépôts témoignant d'une évolution marécageuse que de vrais dépôts alluvionnaires.

Il est difficile de donner un âge aux formations alluviales anciennes.

Les plus basses (Fy) correspondent à la glaciation wurmienne, mais les niveaux plus élevés peuvent tout aussi bien représenter les glaciations antérieures que des stades. On constate cependant un groupement en deux hautes terrasses et deux basses, séparées par une importante période de creusement qui pourrait correspondre à l'Interglaciaire Mindel-Riss.

Ces formations alluviales permettent de se rendre compte du déplacement des cours de l'Huisne et de la Sarthe pendant le Quaternaire. Entre Champagné et Le Mans, l'Huisne a toujours migré vers le Nord. A la fin du remblaiement de 12-15 m (Fx), elle a été capturée et contourne depuis, la butte d'Auvours par le Nord. La Sarthe a toujours coulé au Sud de la butte d'Allonnes et au Nord de celle de Roëzé, sauf depuis la fin de la dernière période froide où elle a été détournée vers le Sud, formant le méandre de Fillé-Roëzé.

Les dépôts alluvionnaires grossiers ont mieux résisté à l'érosion que les sables cénomaniens voisins et les anciens fonds de vallée de périodes froides forment

maintenant les hauteurs du Sud de l'Huisne (Cité des Pins, Bel Air, Tertre, Bois des Graves) et du Nord-Ouest de la Sarthe (Hôpital d'Allonnes, Courterus). Il y a eu inversion de relief.

Les alluvions anciennes sont activement exploitées comme matériau pour le béton, notamment entre Champagné et Le Mans, entre Allonnes et Spay. Les ballastières épuisées sont comblées par des déblais, des matériaux de démolition, des ordures ménagères (X).

Les alluvions de plus bas niveau en bordure des rivières constituent un aquifère important.

Œc2. Grès « roussards » éolisés au Quaternaire (Pavage éolien). Certaines zones sont pavées à 50 cm sous le sol actuel, par des cailloux éolisés. Il s'agit de fragments de grès tertiaires pour le pied et les versants des buttes de Rossay, des Tuffètes à l'Est, d'Allonnes au centre. Pour la colline du Vieux Mans, près de Ponthibault au Sud, la zone du circuit des 24 heures du Mans et du bois de la Rochère, ce sont des fragments de grès roussards. L'éolisation date des périodes quaternaires à climat périglaciaire et en particulier de la plus récente. La région était quasi-désertique et le vent projetait les sables cénomaniens sur les grès.

La forme conique des éminences du circuit des 24 heures et du Bois de la Rochère résulte également d'un façonnement éolien. L'aplanissement de cette région est plus l'œuvre du vent que celle des ruisseaux. Le sable qui recouvre les formations alluviales, ainsi que des petites dunes témoignent d'accumulations éoliennes.

Tourbe. Quelques formations tourbeuses peu épaisses existent le long de la vallée du Roule Crotte et de ses affluents dans la traversée du circuit des 24 heures du Mans.

FORMATIONS ÉOLIENNES ET RÉSIDUELLES

NR. Sables du Béloinois, d'origine éolienne ou résiduelle. Les argiles et les calcaires oxfordiens du Béloinois sont presque entièrement recouverts par une formation sableuse peu épaisse (1 à 2 m en moyenne). Celle-ci comprend :

- une fraction sableuse à grain moyen ; 0 à 20 % (mode 0,32, médiane 0,37) ;
- une fraction sableuse à grain fin ; 40 à 60 % (mode 0,09 mm, médiane 0,08 mm) ;
- une fraction fine ; 40 % constituée de silts fins et d'argiles.

La fraction la plus grossière comprend près de 50 % de grains éolisés dont 30 % environ de grains ronds mats, (pour la fraction comprise entre 0,315 et 0,500 mm). Le pourcentage de grains émoussés-luisants est en moyenne légèrement inférieur (44 %). Ces sables sont soit des sables cénomaniens résiduels, soit des sables tertiaires et cénomaniens remaniés par voie éolienne. Pour le plus grand nombre des échantillons étudiés, la seconde origine paraît la plus probable (analogie granulométrique avec certains sables tertiaires).

La fraction sableuse fine présente des analogies avec les sables tertiaires les plus fins. Bien triée, elle peut correspondre à un dépôt éolien. Cependant, un échantillon ($x = 443,25$; $y = 325,15$), dépourvu de fraction sableuse à grain moyen a fourni des Ostracodes et des Foraminifères oxfordiens altérés.

Comme les argiles oxfordiennes sous-jacentes, la fraction fine comprend un mélange de smectites (70 % en moyenne) et d'illites (30 % en moyenne). La proportion d'argile augmente avec la profondeur, et il n'y a pas toujours de limite franche avec les argiles de l'Oxfordien.

En outre, les Sables du Béloinois contiennent quelques grains de feldspaths potassiques et de plagioclases.

Non stratifiés, les Sables du Béloinois ont subi une nette évolution pédologique.

AÆ. Complexe loessique des plateaux : limons. Équivalents des limons des plateaux du centre du Bassin parisien, ces limons ont été notés *AÆ*, (altération de loess), de préférence à LP. Dans le Maine, aux confins du Massif armoricain, ces dépôts ne sont plus, en général, des formations de plateaux.

Dépourvus de carbonates, les limons sont constitués pour une proportion de 70 à 80 % de particules dont le diamètre est compris entre 2 et 50 microns (tableau 2, éch. 62 à 85). La proportion d'argile est en moyenne voisine de 10 %, le mode se situe à 30 microns, la médiane a une valeur voisine de 20 microns. Les courbes de fréquences granulométriques sont unimodales et les courbes cumulatives sont caractéristiques des loess. La fraction argileuse est constituée d'une proportion équivalente de kaolinites, illites et montmorillonites ou interstratifiés irréguliers (illite-montmorillonite). Les limons contiennent en outre quelques feldspaths (orthose et plagioclase) et de la glauconie mamelonnée. Leur teinte moyenne est brun clair (code Munsell 10 YR - 6/4).

Ces limons ne sont bien représentés que sur les plateaux de Rouillon et de Sargé. Les coupes sont très rares, à l'exception de deux sondages (éch. 28642 et 28647, tableau 2). Aucune différenciation stratigraphique nette n'est apparue lors de levés.

L'épaisseur des limons est en général comprise entre 1 et 2 mètres, mais peut être localement plus importante sur le plateau de Sargé.

Les limons n'ont subi qu'une altération pédologique modérée. Dans les sondages 28642 et 28647, les limons anciens sont très lessivés (horizon A décoloré, horizon B d'accumulation argileux, très net). Certains d'entre eux ont été remaniés par colluvionnement ou solifluxion et sont enrichis en sables ou en argiles (éch. 87 et 97). Leur courbe granulométrique cumulative, plus ou moins rectiligne (en coordonnées semilogarithmiques) est caractéristique d'un sédiment très mal trié. Les limons peuvent contenir des grès tertiaires résiduels.

La présence de grains de glauconie mamelonnée, et la forte proportion de grains « émoussés-luisants » dans la fraction comprise entre 0,315 et 0,5 mm indiquent que la fraction sableuse des limons est pour une large part, remaniée de sables cénomaniens. Les fractions supérieures à 0,5 mm contiennent une forte proportion de grains « ronds-mats ». La fraction limoneuse a probablement une origine plus lointaine (remaniements par voie éolienne de matériaux d'altération du Massif armoricain ?). En l'absence de critères chronologiques, l'âge de ces limons est incertain. Les faibles altérations pédologiques suggèrent que le dépôt aurait pu s'effectuer au Würm récent.

FORMATIONS COLLUVIALES

Pris au sens large, ce terme comprend, en plus des colluvions *sensu stricto*, des formations solifluées et cryoturbées.

Sur la feuille, la plupart des formations sont meubles et ont donné prise aux processus de colluvionnement.

Les colluvions sont le plus souvent sableuses, alimentées principalement par les sables cénomaniens. Sur les versants des plateaux de Sargé et de Rouillon, elles sont fréquemment argileuses et proviennent pour une large part du remaniement de la Formation résiduelle à silex.

Les colluvions n'ont été cartographiées qu'en bordure du Béloinois où elles sont bien individualisées.

Cc2a
j₄. **Colluvions alimentées par les sables cénomaniens.** En bordure orientale et occidentale du Béloinois (angle sud-est de la feuille), les sables du Cénomaniens moyen

forment une petite cuesta au-dessus des marnes de l'Oxfordien ; les colluvions qui en dérivent masquent les failles qui limitent le dôme du Béloinois. Leur épaisseur atteint ou dépasse 1 mètre.

Ce
j4-c1. **Colluvions alimentées par les sables éocènes.** A l'extrémité nord-est du Béloinois, de la même manière que les sables cénomaniens, les sables éocènes ont été remaniés et les colluvions masquent la faille qui borde le dôme du Béloinois, à l'Est.

FORMATIONS ANTHROPIQUES

X. **Remblais.** Seuls les remblais les plus importants ont été figurés. Entre le Mans et Arnage, les remblais d'anciennes ballastières couvrent des surfaces de plusieurs dizaines d'hectares. Des mouvements de terre importants ont actuellement lieu dans les parties neuves du Sud de la ville du Mans, construites sur les alluvions. Dans la partie ancienne de la ville, les remblais ont une épaisseur variable, et des constructions sont assises directement sur les sables cénomaniens.

REMARQUES TECTONIQUES ET STRUCTURALES

Le centre de la carte est occupé par la cuvette du Mans au cœur de laquelle s'effectue la confluence de l'Huisne et de la Sarthe. La partie septentrionale de cette cuvette est occupée par les plateaux tabulaires de Rouillon, Sargé et d'Auvours ; vers le Sud, les couches se relèvent lentement au niveau de la plaine de Changé-Ruaudin en direction du dôme du Béloinois. Ce dôme a une structure complexe ; il est limité à l'Est par la faille de Brette-les-Pins qui met en contact le Turonien et l'Oxfordien avec un rejet dépassant certainement 100 m ; cet accident est relayé suivant une direction SW-NE par la faille de Parigné-l'Évêque en relation avec le horst du Jalais (feuille Bouloire). Le Béloinois est également limité à l'Ouest par un accident ; la faille d'Arnage de direction subméridienne, dont le rejet peut atteindre une cinquantaine de mètres ; cette même faille se prolonge entre Arnage et Allonnes en suivant le cours de la Sarthe. Entre Téléché et Brette-les-Pins, les bancs calcaires de l'Oxfordien inférieur sont tabulaires ; par contre, à la Roche, au Sud de Téléché, apparaît une voûte de calcaires bajociens-bathoniens à fort rayon de courbure (20° de pendage) et faillée sur son bord sud. Ce type de structure à déformation souple très localisée, se retrouve au Sud-Ouest de la cuvette du Mans : à Saint-Benoît, Flacé et la Grève près d'Étival ; il s'agit là encore de voûtes faillées de calcaires bajociens-bathoniens avec des pendages atteignant 20°.

A Saint-Benoît, comme à Téléché, les dômes voisinent avec des sources salées et l'on pourrait envisager leur relation avec des lentilles salifères, situées à la base du Jurassique.

Les dômes de Flacé et de la Grève sont dans le prolongement de la faille de Pruillé-le-Chétif orientée SW-NE et dont le rejet doit être d'une cinquantaine de mètres. Cette faille qui limite la cuvette du Mans vers l'Ouest, se relie vers le Nord à l'accident de Saint-Saturnin.

Ces différentes failles ont probablement été ébauchées dès le Bartonien et ont permis l'individualisation de petits bassins saumâtres. Le rejet de ces failles s'est accentué par la suite et les dépôts tertiaires ont été affectés à leur tour.

SOLS ET VÉGÉTATION

La plus grande partie des sols de la feuille sont établis sur les sables cénomaniens, en

place ou remaniés. Les sols podzoliques sont fréquents, surtout sur les versants et les châtaigniers plantés ou subspontanés sont nombreux. De larges surfaces sont plantées de pins sylvestres, en particulier entre le Mans, Mulsanne et Brette. Les sols les moins pauvres (colluvions ou sables enrichis d'un faible apport de limons) sont cultivés.

Les Marnes de Ballon, qui affleurent surtout en fonds de vallons donnent des sols très hydromorphes, souvent marécageux. De petites formations tourbeuses existent entre Arnage et Ruaudin.

Les argiles du Callovien et de l'Oxfordien portent des sols hydromorphes, couverts de prairies. Sur les interfluvés du Bélois, les sables superficiels donnent des sols lessivés, cultivés.

Sur les plateaux de Sargé et de Rouillon, les limons constituent la « roche-mère » de sols faiblement lessivés, largement cultivés. La Formation résiduelle à silex est couverte de prairies plantées des traditionnels pommiers manceaux.

Sur les alluvions anciennes, selon l'ancienneté des sols et l'intensité du lessivage dans les sables et graviers, les sols sont cultivés ou plantés de pins. Sur les alluvions récentes, hydromorphes, sont établies des prairies.

FONDATIONS ET GÉNIE CIVIL

Ces quelques notes ont pour but d'attirer l'attention des ingénieurs et constructeurs sur quelques particularités locales des terrains en matière de géologie appliquée. Leur rôle n'est pas de remplacer les études spécifiques indispensables, appropriées à l'échelle des constructions.

a) Problème posé par les fondations ; particularité des principales formations.

Formation d'âge callovien et oxfordien. Ces formations sont argileuses et contiennent des bancs calcaires intercalaires, plus ou moins disloqués ou fragmentés en surface. Des phénomènes de gonflement sont possibles dans les argiles. Des tassements différentiels et des poinçonnements sont à craindre pour des fondations assises à cheval sur des blocs calcaires et des argiles.

Marnes de Ballon. Hydromorphes et très instables, ces marnes constituent une mauvaise assise de fondations.

Sables d'âge cénomaniens. Relativement homogènes, ces sables peuvent constituer une bonne assise de fondation. Dans les parties basses, ils sont souvent remaniés et colluvionnés et ont de moins bonnes caractéristiques, surtout quand ils sont aquifères.

La Formation résiduelle à silex. Ses produits soliflués affleurent en hauts de versants. Elle constitue en général une médiocre assise de fondations, par son hétérogénéité et son manque de tenue. En outre, elle est localement hydromorphe et baignée d'une nappe temporaire et saisonnière.

Les sables éocènes contiennent de nombreux blocs de grès.

Les Limons des plateaux, peu épais, peuvent voir leurs caractéristiques diminuées par la proximité, en profondeur, de la Formation résiduelle à silex. Ils sont sensibles aux variations de teneur en eau, au gel et aux remaniements causés par les animaux fouisseurs. Leur résistance est faible. Ils peuvent masquer ou contenir des blocs de grès éocènes résiduels.

b) Problème de terrassements et de stabilité. La plupart des terrains de la feuille sont meubles et ne présentent pas de difficultés propres aux terrassements. Seuls les blocs de grès associés aux sables d'âge éocène, également épars sur la Formation résiduelle à silex et dans la masse même des limons, peuvent nécessiter l'emploi d'engins de déroctage. Les formations d'âge callovien et oxfordien peuvent contenir des blocs de calcaire dur.

Par contre, les formations argileuses (j_{3a}, j₄, c₁, Rc₃) présentent des risques

d'affouillement et doivent être terrassées selon des talus à faible pente. Les formations sableuses et limoneuses sont très sensibles à l'érosion par les eaux de ruissellement.

Sur les versants, la stabilité des pentes doit être étudiée avant tout mouvement de terre important, en particulier sur les coteaux des plateaux de Sargé et de Rouillon.

c) Problème de réemploi des matériaux. Parmi les déblais les plus courants, les sables d'âge cénomanien, et les sables et graviers des alluvions anciennes constituent d'excellents matériaux de remblais. Les limons peuvent être également utilisés dans certaines conditions.

HYDROGÉOLOGIE

Ressources en eau

Le sous-sol de la région renferme d'assez importantes ressources en eau : les formations qui les contiennent sont les suivantes :

Alluvions anciennes des rivières. Ces formations sablo-graveleuses sont le siège d'écoulements d'inféro-flux en même temps qu'elles drainent les terrains encaissants.

L'eau est douce, mais généralement fortement chargée en fer et manganèse, ce qui explique qu'elle ne soit pas exploitée par les adductions publiques. La nappe des alluvions de la vallée de l'Huisne peut être regardée comme une réserve destinée à pallier une éventuelle pollution de la rivière, qui actuellement alimente le Mans et sa région (prise de l'Épau). A noter que dans la vallée de la Sarthe, en aval du Mans, *l'exploitation des carrières et surtout la décharge des rejets urbains provoquent une pollution intense de la nappe alluviale.*

Craie turonienne. Assez peu développée dans les limites considérées, la craie turonienne n'en contient pas moins une petite nappe dont quelques sources révèlent l'existence (les Fontenelles à Sargé, la Fontaine d'Isaac au Mans, ...).

La craie, d'épaisseur faible (une dizaine de mètres au plus), est poreuse et les circulations souterraines y développent une perméabilité de type karstique. Le mur de la nappe est constitué par les Marnes à Ostracées du Céno-manien supérieur.

L'eau est moyennement dure (20 à 30°), mais agressive (20 à 30 mg/l de CO₂ libre). La teneur en fer est très faible, et elle ne contient pas de manganèse. La qualité bactériologique est moyennement bonne, mais peut se détériorer facilement, le pouvoir filtrant étant assez réduit.

En raison de sa faible importance dans la région du Mans, la nappe turonienne n'est pas sollicitée par les adductions publiques.

Sables céno-manien. D'une bonne perméabilité dans leurs horizons supérieurs sableux, les dépôts céno-manien deviennent quasi-imperméables à la base (Argiles à minerai de fer, Marnes de Ballon). Ils contiennent une nappe importante dont les assises inférieures constituent le mur.

La nappe céno-manienne ne se révèle que rarement par des sources (Saint-Georges-du-Bois, Voivres-lès-Le Mans), mais elle est exploitée par forages, surtout au Mans. La piézométrie montre qu'elle est drainée par les rivières et que la Sarthe est son exutoire essentiel.

L'eau est généralement douce à très douce, et agressive. Elle est mieux équilibrée quand les terrains renferment une certaine proportion de carbonates (grès calcareux de la Trugalle). Le principal défaut, du point de vue de l'adduction publique, en est une teneur en fer appréciable et très constante. Elle peut nécessiter une déferrisation avant emploi ; la précipitation des hydroxydes provoque le colmatage des crépines. Sauf pollution locale accidentelle, la qualité bactériologique de cette eau est excellente, en raison du très grand pouvoir filtrant des sables.

La perméabilité du Céno-manien est bonne, sans toutefois atteindre des valeurs très élevées. Les forages du Mans ont fourni des débits pouvant atteindre jusqu'à 100 m³/h

pour des rabattements d'une dizaine de mètres. On est toutefois en droit de se demander si la productivité de ces ouvrages ne pourrait pas être améliorée par l'emploi de techniques d'équipement et de développement mieux adaptées au terrain.

En raison de l'alimentation du Mans et de sa région à partir de l'Huisne, la nappe cénomaniennne n'est sollicitée que pour des adductions privées (Régie Renault, Usine Westinghouse, Laiterie Coopérative, Mutuelles du Mans...). Les prélèvements totaux sont infimes par rapport aux réserves, mais la concentration des captages au Mans, pourrait y entraîner à la longue une surexploitation locale.

Calcaires bajociens-bathoniens (Dogger). Ils affleurent très peu dans la région couverte par la feuille du Mans, mais sous-jacents aux autres formations, ils peuvent être retrouvés par sondages.

L'eau est moyennement dure (22 à 32°) et généralement agressive. La teneur en fer est faible et décroît dans le temps, avec le pompage. La qualité bactériologique est moyenne, assez bonne lorsque les calcaires sont recouverts d'une épaisseur appréciable de dépôts calloviens, plus douteuse en zone d'affleurement.

La perméabilité des calcaires est très variable, les circulations souterraines y provoquant localement des phénomènes karstiques qui peuvent prendre une grande importance. Sous recouvrement de dépôts calloviens, la karstification disparaît progressivement et les performances des forages se réduisent quand on s'éloigne des affleurements.

La nappe du Dogger est exploitée par deux forages, à Chauffour-Notre-Dame et à Souigné-Flacé. Ces deux ouvrages fournissent de l'ordre de 30 m³/h pour des rabattements d'une vingtaine de mètres.

Vulnérabilité des nappes à la pollution. En raison du caractère essentiellement agricole et forestier de la majeure partie de la région, les problèmes liés à la vulnérabilité des nappes sont surtout sensibles aux alentours du Mans.

La nappe du Dogger est bien protégée par son recouvrement de dépôts calloviens ; le développement de circulations de type karstique dans les zones d'affleurement pose toutefois le problème de pollutions d'origine agricole (engrais, pesticides). Il n'y a toutefois pas lieu d'exagérer ce risque.

La nappe cénomaniennne est bien protégée des pollutions microbiennes du fait du bon pouvoir filtrant des sables, mais susceptible d'être affectée par d'éventuelles pollutions chimiques. Si dans la partie orientale de la région, le développement des zones boisées réduit considérablement ce danger, il n'en va pas de même à proximité du Mans où les infiltrations d'eaux urbaines polluées sont susceptibles de contaminer les forages. Il serait souhaitable que les installations industrielles susceptibles de s'implanter dans l'avenir dans la zone cénomaniennne comprise entre les nationales 157 et 158, soient très sévèrement réglementées du point de vue de l'épuration des rejets.

La nappe turonienne est assez fortement vulnérable aux pollutions, mais son extension réduite rend ce fait pratiquement sans importance.

La nappe des alluvions est très vulnérable ; dans la vallée de la Sarthe en aval du Mans, elle est déjà polluée de façon massive et pratiquement irréversible. L'alimentation du Mans et de sa région à partir de l'Huisne étant à la merci d'une contamination accidentelle de la rivière par des produits toxiques, les alluvions de cette rivière doivent être considérées comme un réservoir d'eau potable de secours. Des mesures strictes de protection devraient être prises dès maintenant. La zone à protéger comprend la vallée proprement dite et les coteaux cénomaniens riverains que draine directement la rivière. Il importe que la construction y soit très sévèrement réglementée, et si possible découragée, que les installations industrielles y soient prohibées et que la zone des exploitations de carrières soit aménagée (zone de loisirs) et maintenue dans un état de propreté irréprochable. Les décharges d'ordures doivent en particulier y être totalement interdites.

SUBSTANCES UTILES

1) Utilisations anciennes et actuelles.

Sables et graviers. Les alluvions FX et FY sont exploitées de façon industrielle dans la vallée de la Sarthe en aval du Mans et dans la vallée de l'Huisne à Yvré-l'Évêque et Champagné. Près de 1 500 000 tonnes de matériaux sont actuellement extraites annuellement. Ceux-ci se répartissent en trois catégories :

- Un tout venant « maigre » contenant au plus 10 % d'argile, utilisé comme granulats.
- Un tout venant « gras » contenant plus de 40 % d'argile, utilisé comme matériau de viabilité.
- Une catégorie intermédiaire, mais intéressante, susceptible d'être employée par exemple pour la mise en œuvre de sols, ciment, de couches de stabilisation de route, etc...

Dans l'ensemble, ces alluvions ont, compte tenu du marché actuel, un excédent de particules de diamètre inférieur à 5 cm (50 % en moyenne, rarement moins de 30 %). Les niveaux supérieurs sont souvent uniquement composés de sables, et sont considérés comme une « découverte » vis-à-vis des graviers et des galets. Leur épaisseur peut atteindre 2 mètres. La granulométrie des alluvions FX et FY est peu différente.

Sur la feuille, les réserves de sables et graviers d'alluvions paraissent limitées. Les environs immédiats du Mans sont « gelés » par l'urbanisme, l'importante zone alluviale centrée autour de Spay est actuellement exploitée par plus de 10 ballastières importantes. Plus en aval, les lambeaux d'alluvions ont une extension plus limitée et sont en partie couverts par l'agglomération de la Suze-sur-Sarthe. Dans la vallée de l'Huisne, à proximité d'Yvré-l'Évêque et de Champagné, les ressources sont également limitées.

Les sables d'âge cénomanien constituent par contre des réserves importantes de matériaux sableux, mais la taille et la proportion de « graviers » y est beaucoup plus faible que dans les alluvions.

L'exploitation des sables et graviers d'alluvions est un des problèmes majeurs de géologie appliquée dans la région mancelle.

Réserves de matériaux, urbanisation, exploitation de la nappe phréatique alluviale, pollution et protection des sites sont les principaux facteurs qui déterminent les gisements réels et leurs conditions d'exploitation.

Calcaires durs. Des calcaires durs d'âge bajocien sont actuellement exploités au Coudray, au Nord d'Étival-lès-le-Mans. Les gisements sont limités par la faible extension des affleurements.

Marnes de Ballon. Ces marnes ont été utilisées pour le moulage en fonderie. Leur exploitation actuelle est très réduite.

Grès éocènes. Les grès ont été anciennement utilisés comme pierre de taille et pierre à pavés. Il ne sont plus actuellement utilisés que comme pierre de « rocaille » par les paysagistes.

2) Indices de substances utiles.

En dehors des sables cénomaniens, cités parmi les sables et graviers, il faut signaler la forte proportion de smectites dans les argiles de l'Oxfordien. Les propriétés industrielles et les conditions de gisement de ces argiles n'ont apparemment pas été étudiées. Une reconnaissance détaillée de la répartition des bancs calcaires et des couches argileuses dans l'Oxfordien paraît nécessaire pour toute étude de gisement.

TABLEAU DES SONDAGES

N°	x	y	z	Prof. en m	Cote de toit et nature des formations traversées
358-1-1	430,02	339,07	+ 90	80,3	+ 90 Callovien moyen et supérieur + 85 Callovien inférieur + 25 Bathonien
358-2-2	438,62	333,57	+ 43,8	53,6	+ 43,8 Alluvions + 40 Cénomaniien
358-2-6	435,06	333,00	+ 53	15,25	+ 53 Cénomaniien
358-2-7	435,92	333,62	+ 52	11,50	+ 52 Cénomaniien
358-2-41	438,70	339,00	+ 70	20,00	+ 70 Éocène probable
358-3-2	441,56	335,22	+ 50	10	+ 50 Alluvions + 43,6 Cénomaniien
358-3-8	442,32	334,95	+ 50	15	+ 50 Alluvions + 43,8 Cénomaniien
358-3-9	439,17	333,27	+ 52,80	48,40	+ 52,8 Alluvions + 48,9 Cénomaniien moyen (Sables du Maine)
358-3-12	441,11	337,24	+ 83	15,05	+ 83 Cénomaniien
358-3-14	442,52	334,47	+ 45	25	+ 45 Alluvions + 43,30 Cénomaniien
358-3-17	441,41	335,87	+ 74	20,9	+ 74 Cénomaniien
358-3-18	440,67	336,07	+ 64,06	16	+ 64,06 Remblai + 59,26 Cénomaniien
358-3-22	441,60	336,38	+ 96	16,95	+ 96 Argile à silex + 92,3 Cénom. sup. à Turonien inf. + 81,8 Cénom. sup. et moyen
358-3-24	438,95	338,97	+ 72	20	+ 72 Bartonien probable
358-3-25	440,03	336,13	+ 51	30	+ 51 Actuel et remblai + 41,2 Cénomaniien
358-3-29	440,37	338,41	+ 47	8,5	+ 47 Alluvions + 38,5 Cénomaniien
358-3-30	440,65	333,30	+ 54	18,3	+ 54 Alluvions + 42,5 Cénomaniien
358-3-36	442,95	334,58	+ 48	11,80	+ 48 Alluvions + 38,20 Cénomaniien
358-3-37*	440,54	336,5	+ 64,70	206,66	+ 64,70 Alluvions + 56,40 Cénomaniien - 18 Oxfordien
358-3-41	440,83	335,80	+ 56	55	+ 56 Cénomaniien
358-3-45	438,94	335,32	+ 44	34,17	+ 44 Alluvions + 39 Cénomaniien

(*) Forage effectué de 1831 à 1834, sur la place des Jacobins (Le Mans). L'emplacement de ce forage est peu précis et n'a pas été reporté sur la carte.

N°	x	y	z	Prof. en m	Cote de toit et nature des formations traversées
358-3-51	439,12	336,25	+ 43	67,13	+ 43 Alluvions + 37 Cénomaniens moyen (Sables du Maine) + 6 Cénomaniens inférieur (Marnes de Ballon) - 22,5 Oxfordien
358-3-53	439,72	338,47	+ 49	12	+ 49 Alluvions + 43,5 Cénomaniens moyen
358-3-69	441,82	334,10	+ 44	11	+ 44 Alluvions + 37 Cénomaniens
358-3-79	442,82	335,01	+ 49	10	+ 49 Alluvions + 44,5 Cénomaniens
358-3-88	441,88	334,53	+ 47	10	+ 47 Alluvions + 43 Cénomaniens
358-3-99	442,75	336,05	+ 102	10	+ 102 Cénomaniens
358-3-126	442,25	336,22	+ 108	128	+ 108 Argile à silex + 96 Cénom. sup. à Turonien inf. + 92 Cénomaniens supérieur + 68 Cénomaniens moyen + 27 Cénomaniens inférieur - 16 Oxfordien
358-4-1	450,54	338,45	+ 55	16	+ 55 Remblai + 52 Alluvions + 46 Cénomaniens
358-4-5	450,37	337,55	+ 60	15	+ 60 Alluvions + 52 Cénomaniens moyen
358-4-12	447,55	332,85	+ 58	13,20	+ 58 Cénomaniens
358-4-17	447,12	334,25	+ 54	6,50	+ 54 Alluvions + 47,9 Cénomaniens
358-5-1	427,77	332,15	+ 62	46	+ 62 Callovien + 52 Bathonien et Bajocien + 17 Lias
358-5-3	427,22	322,82	+ 58	37,5	+ 58 Quaternaire + 56 Oxfordien + 21 Callovien
358-6-2	437,42	332,27	+ 50	27	+ 50 Cénomaniens
358-6-6	437,54	326,20	+ 41	15	+ 41 Alluvions + 34 Cénomaniens
358-6-8	438,25	328,57	+ 44	20	+ 44 Alluvions + 40 Cénomaniens
358-7-6	441,75	331,60	+ 81,4	68,25	+ 81,4 Cénomaniens moyen (Sables du Maine) + 41 Cénomaniens inférieur (Marnes du Ballon)
358-7-8	444,72	331,80	+ 81	57	+ 81 Cénomaniens

N°	x	y	z	Prof. en m	Cote de toit et nature des formations traversées
358-7-12	439,67	329,50	+ 45	62	+ 45 Remblai + 40 Cénomanién + 1 Oxfordien
358-7-14	438,87	332,25	+ 44	35	+ 44 Alluvions + 40 Cénomanién moyen (Sables du Maine)
358-8-1	450,00	324,07	+ 100	8	+ 100 Tertiaire indifférencié + 96 Argiles à silex + 94,5 Turonien
358-8-2	450,02	324,02	+ 100	5	+ 100 Tertiaire indifférencié
358-8-5	449,8	324,1	+ 99,7	31	+ 99,7 Tertiaire indifférencié + 90 Turonien

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- CHAPUT E. (1913) — Essai de synchronisation des alluvions anciennes de la Loire et de ses affluents. *C.R. Acad. Sc.*, t. 156, p. 358-360.
- DANGEARD L. (1943) — Observations sur la feuille du Mans au 1/80 000. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, t. 44, n° 212, p. 75.
- DANGEARD L. (1944) — Nouvelles observations sur la feuille du Mans au 1/80 000. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, t. 45, n° 216.
- DANGEARD L. (1946) — Modelé éolien d'âge quaternaire conservé dans la région mancelle. *Bull. Ass. Géogr. français*, n° 175/176, séance du 2 février, p. 42.
- DANGEARD L. et BASSOMPIERRE P. (1943) — Sur de nombreux cailloux sculptés et patinés par le vent, observés aux environs du Mans. *Bull. Soc. Linn. Normandie*, série 9, t. 3, (1942-1943), p. 13.
- DELAUNAY P. (1936) — Le sol sarthois (6^e fasc.). Les zones quaternaires. Le Mans, Imp. Monnoyer.
- DEPAGNE J. (1971) — Sables et graviers de la région du Mans. Rapport B.R.G.M. inédit 71 56 N 122 BP 2.
- DURAND S. (1956) — Conditions de sédimentation des calcaires et marnes du Bartonien aux environs du Mans (Sarthe). *C.R. Acad. Sc.*, t. 242, p. 269-271.
- DURAND S. (1959) — Les calcaires bartoniens du Maine et de l'Anjou occupent une ancienne dépression littorale ouverte vers le Sud-Ouest. *C.R. Acad. Sc.*, t. 248, p. 1196-1198.
- GUILLIER (1886) — Géologie du département de la Sarthe. Imp. Monnoyer, Le Mans, 430 p.
- GUILLIER et TRIGER (1875-1876) — Carte géologique au 1/40 000 du département de la Sarthe. Feuilles Le Mans et Ecommoy.
- JUIGNET P. (1968) — Les faciès littoraux du Cénomanien des environs du Mans (Sarthe). *Bull. B.R.G.M.* (2^{ème} série), Section IV, n° 4, p. 5-20, 13 fig.
- JUIGNET P. (1971) — Modalités du contrôle de la sédimentation sur la marge armoricaine du Bassin de Paris à l'Aptien-Albien-Cénomanien. *Bull. B.R.G.M.* (2^{ème} série). Section I, n° 3, p. 113-126.
- JUIGNET P. (1973) — Chronologie des différentes formations du Cénomanien de la région du Mans (Sarthe). *1^{ère} Réunion ann. Sc. Terre*, Paris, p. 236.
- JUIGNET P. (1974) — La transgression crétacée sur la bordure orientale du Massif armoricain. Thèse, Université Caen.
- JUIGNET P., KENNEDY W.J. et WRIGHT C.W. (1973) — La limite Cénomanien-Turonien dans la région du Mans (Sarthe) : stratigraphie et paléontologie. *Ann. Paléontologie (Invertébrés)*, t. 59, p. 209-242, 3 pl.

- KUKLAN S. et LIMASSET O. (1969) — Ressources en eau du département de la Sarthe. Rapport B.R.G.M. Inédit. 69 SGL 020 BPL.
- MARY G. (1964) — Le périglaciaire des environs du Mans (Sarthe, France), *Biuletyn peryglacjalny*, n° 13, odz. p. 53-98.
- MILON Y. (1936) — Quelques problèmes de morphologie armoricaine. *Bull. Soc. Géol. et Mines de Bretagne*, 1935-39, p. 17-18.
- POSER H. et TRICART J. (1950) — Terrasses et phénomènes périglaciaires dans la Vallée de l'Huisne en amont du Mans. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (5), t. 20, p. 381-391.
- REY R. (1965) — Les calcaires lacustres du Mans (Sarthe). Notes paléontologiques et écologiques. *Bull. Soc. Géol. et Min. de Bretagne*. Nouvelle série, p. 159-197 (1962-1963).

ÉTUDES SPÉCIALISÉES

— Détermination paléontologique

Macrofaune et Microfaune du Cénomanién	P. JUIGNET
Microfaune du Crétacé supérieur	C. MONCIARDINI (B.R.G.M.)
Microfaune du Bartonien	P. ANDREIEFF (B.R.G.M.)
Microflore de l'Oxfordien	J.J. CHÂTEAUNEUF (B.R.G.M.)
Macrofaune du Callovien inférieur	M. RIOULT

— Études sédimentologiques

Formation du Cénomanién et du Jurassique	P. JUIGNET
Formations alluviales	G. MARY
Formations tertiaires et superficielles : granulométrie Laboratoire sédimentologie du B.R.G.M. interprétation	F. MÉNILLET
Minéralogie des argiles	C. JACOB (B.R.G.M.)
Morphoscopie des sables	G. NEAU (B.R.G.M.)

— Documents utilisés

Documentation du Code minier (B.R.G.M., Service géologique régional Loire - Bretagne - Nantes).

Auteurs de la notice

P. JUIGNET	Pour les formations jurassiques, crétacées et Tectonique ;
G. MARY	Pour les formations tertiaires et les formations alluviales ;
F. MÉNILLET	Pour les formations superficielles et la Géologie appliquée (sables et graviers d'après J. DEPAGNE) ;
J. DEPAGNE	Pour l'Hydrogéologie.

TABLEAU D'ÉQUIVALENCE DES NOTATIONS

Carte à 1/50 000	Carte à 1/80 000		Carte à 1/40 000
LE MANS	LE MANS 2ème éd. 1963	LA FLÈCHE 2ème éd. 1965	LE MANS (Guillier et Triger)
$\frac{Ce}{j4-C1}$ } $\frac{Lce}{j4}$ }	non représentés		
ACE	a11 p.p.	a1b	
NR } CEc2 }	non représentés		
Fz	a2	a2	1A
Fy	a1c	a1a	3A
Fx	a1c		
Fw	a1b p.p.		
Fv	a1a p.p.		
	a1a		
Meulière résiduelles		e1m	
Sables épais } e }	e2	e, S	8P1
e6-7		e/c	P
Rc3	l6	l6	9P2
C2b-3	C5	C6a C6a-b	13T 14T p.p.
C2b			14T p.p.
C2a	C5-4	C4	15T
C1		C3	17C
j4	j2	j2	21OX2
j3b	j1	j1b j1a	22kw 23kw
j2	j _{I-III}	j1 j _{II-III}	24B
j1	jIV	jIV	28B

