



**CARTE  
GÉOLOGIQUE  
A 1/50 000**

**BUREAU DE  
RECHERCHES  
GÉOLOGIQUES  
ET MINIÈRES**

# **COURSON- -LES-CARRIÈRES**

**XXVI – 21**

## **COURSON- -LES-CARRIÈRES**

La carte géologique à 1/50 000  
COURSON-LES-CARRIÈRES est recouverte par les coupures suivantes  
de la carte géologique de la France à 1/80 000 :

- au nord : AUXERRE (N° 96)
- au sud : CLAMECY (N° 110)

BLÉNEAU	AUXERRE	CHABLIS
ST-FARGEAU	COURSON- -LES-CARRIÈRES	VERMONTON
COSNE- -S-LOIRE	CLAMECY	AVALLON

**MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL ET SCIENTIFIQUE  
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES  
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL**  
Boîte postale 6009 – 45 Orléans (02) – France



# NOTICE EXPLICATIVE

## INTRODUCTION

La région figurée sur la feuille Courson-les-Carières se situe dans le Sud-Est du Bassin parisien. Elle appartient dans sa presque totalité au département de l'Yonne, seuls les terrains de la commune de Surgy dépendant de la Nièvre.

Trois régions naturelles se dessinent sur cette feuille :

- au Sud-Est, une région sèche correspondant au Bathonien—Callovien et à l'Oxfordien récifal, entaillés profondément par l'Yonne et la rivière de Druyes,
- en diagonale du NE au SW, la Forterre, pays mamelonné, se développant sur les terrains de l'Oxfordien terminal, du Kimméridgien et du Portlandien, aux plateaux largement cultivés,
- enfin dans l'angle nord-ouest, le début de la Puisaye, terre humide et bocagère, fortement boisée, déterminée par la présence du Crétacé inférieur argileux et sableux.

## DESCRIPTION DES TERRAINS

La description des terrains affleurant sur la feuille Courson-les-Carières est faite dans l'ordre normal de la sédimentation, c'est-à-dire en allant de l'étage le plus ancien au plus récent.

**2a-b. Bathonien inférieur et moyen (faciès « vésulien »).** Ce terrain affleure uniquement dans la vallée du ruisseau de Druyes où il est visible sur au moins 60 m de puissance. Il se présente en bancs de calcaires marneux de 0,20 à 1,20 m, ayant une altération typique en plaquettes irrégulières feuilletées, principalement dans les niveaux les plus marneux. La proportion en niveaux marneux s'accroît vers le sommet.

Les bancs sont coupés par trois familles de diaclases obliques, donnant à l'affleurement un aspect caractéristique.

La roche se présente comme un calcaire marneux (75 % de calcite minimum), finement poreux, gris-beige à brun rosé, à cassure irrégulière, comportant très peu d'éléments figurés : très rares sections de Lamellibranches. Notons qu'au sommet de la formation quelques lits coquilliers apparaissent, annonçant les lumachelles du Bathonien moyen.

La surface des bancs, ondulée, est imprécise, sans arrêt visible de sédimentation. La faune est pauvre : surtout des *Pholadomya vezelayi*, quelques Ammonites : *Procerites* sp. La microfaune comporte essentiellement des formes arénacées : Valvulinidés, Textulariidés, rares Lituolidés.

j2b-c. **Bathonien moyen et supérieur : Grande oolithique.** C'est un ensemble calcaire assez massif d'une puissance d'au moins 50 m. De bas en haut, on distingue les niveaux suivants :

- **calcaire lumachelique** sur 5 m environ, à débris, avec gravelles rousses et entroques, dans un ciment calciteux translucide. A ces calcaires sont associées à la partie supérieure des marnes calcaireuses à gravelles calcaires qui présentent une riche association de Foraminifères, dominée par les formes arénacées (*Ammobaculites*), associées à de fréquentes *Lenticulina* et *Spirillina* et de rares *Vaginulina*, des Ostracodes : *Oligocythereis* gr. *fullonica*, *Procytheridea crassa*. Les Brachiopodes y abondent avec : *Dictyothyris* cf. *coarctata*, *Obovothyris obovata*, *Cererithyris intermedia*, *Rhynchonella concinnoïdes*,
- **calcaire oolithique massif** (niveau des exploitations). Les bancs calcaires homogènes compacts peuvent atteindre 2,50 m d'épaisseur. Les calcaires de teinte rosée à ocre ont une altération rousse. Certaines zones sont cariées et tubuleuses. Le débit en parallélépipèdes est donné par deux systèmes orthogonaux de diaclases subverticales. La roche est composée à près de 80 % par des oolithes vraies, blanches ou rousses, de 0,5 mm environ, associées à des débris coquilliers, des gravelles et des entroques. La stratification est très nettement entrecroisée dans les zones où celle-ci est très oblique. Les passages latéraux dans le Bathonien sont très rapides. Ainsi, en rive gauche du ru de Druyes, en aval du Moulin Poinçon, on observe la très grande abondance de Polypiers visibles sur 40 à 45 mètres. Ils sont sphériques, très recristallisés, d'un diamètre de 2 à 20 centimètres. Les genres représentés sont *Stereocoenia*, *Thammoseris*. Ils sont associés à des *Chaetetidae*. On remarque qu'ils sont disséminés dans des faciès oolithiques et graveleux à ciment calciteux,
- **calcaire graveleux et marno-calcaire** : sur les 20 m supérieurs, le Bathonien est représenté par des bancs de calcaire massif ou en plaquettes, essentiellement graveleux, avec débris et passages oolithiques (0,5 à 1 mm). On y trouve des intercalations de marnes calcaires grumeleuses (80 % de CO<sub>3</sub>Ca, illite 6/10, interstratifié illite-montmorillonite 4/10) roussâtres, pétries de petites gravelles. La microfaune comporte pour les Foraminifères : *Conorboides* cf. *scutuliformis*, *Spirillina*, *Conicospirillina*, *Lenticulina*, *Vaginulina* ; pour les Ostracodes : *Lophocythere caesa*, *Oligocythereis lacunosa*, *Terquemula blakeana*, *Cytherelloidea* sp. Ces marnes ont livré quelques Nautiles.

Ces niveaux sont couronnés par une dalle de calcaire compact rognonneux, à Spongiaires.

j3. **Callovien.** Cet étage s'observe dans deux régions distinctes.

1. - Il débute dans la région de Druyes par 1 m environ de marnes (illite 5/10, interstratifié illite-montmorillonite 5/10), riches en Brachiopodes (*Cererithyris nutiensis*, *Digonella marcoui*, *Rhynchonella gremifera*). La microfaune comporte des *Lenticulina*, *Vaginulina*, *Spirillina*, associées à *Verneuilina haeusleri* et *Fronicularia franconia*, des Ostracodes : *Praeschuleridea caudata*, *Lophocythere* sp.

Viennent ensuite environ 2 m de calcaire graveleux (0,2 à 1 mm) où apparaissent quelques chailles rondes.

Ils sont surmontés par 3,50 m de calcaires en plaquettes ocre à rosé, à microdébris et oolithes (0,15 à 0,25 mm) à stratification entrecroisée, renfermant des chailles litées, en bancs, de 8 à 15 cm d'épaisseur sur 0,2 à 3 m de long.

Ensuite, sur 12 m d'épaisseur, on observe un ensemble de calcaires oolithiques très fins (0,20 mm) en plaquettes, à stratification entrecroisée. La surface des plaquettes est riche en débris coquilliers, Bryozoaires, entroques et articles de Pentacrines.

Le Callovien se termine par 8 m de calcaire en dalles, compact, micro-graveleux, rosé, piqueté de points ocre. Le dernier banc présente parfois une surface terminale ondulée ou bien ferruginisée.

2. - A l'Est de la feuille, près de Lucy-sur-Yonne, seule la partie supérieure du Callovien est visible. Dans la tranchée du chemin de fer on observe :

- un calcaire en dalles roussâtres, visible sur 50 cm, finement micrograveleux et oolithique à fin litage millimétrique,
- au-dessus se place un banc massif de 1,10 m environ de calcaire rosâtre à Polypiers. Au milieu d'un ciment calciteux hyalin, on observe une fraction fine de gravelles (0,2 à 0,5 mm), une fraction moyenne de débris coquilliers (1 à 15 mm) et des éléments plus grossiers. Ce sont des Polypiers sphériques de 2 à 10 cm, quelques uns plus fins et rameux, de grands Pectens, des *Trichites* au test épais (15 mm), de nombreuses radioles, et des débris coquilliers abondants,
- ensuite on peut observer une dizaine de mètres de calcaires en bancs de 15 à 25 cm, à chailles. Le calcaire, de teinte beige rosé à roux, est micrograveleux et micro-oolithique (0,12 à 0,15 mm), finement lité et à stratification entrecroisée. Les chailles sont blanchâtres, allongées et litées. Épaisses de 10 à 15 cm, elles peuvent atteindre 0,20 à 1 m de long. Vers le sommet apparaissent quelques plaquettes de calcaire à entroques,
- enfin viennent 0,80 m environ de calcaires finement graveleux et oolithiques (0,15 à 0,25 mm) dépourvus de chailles. Le dernier banc présente une surface légèrement ondulée et rubéfiée.

Les seules Ammonites récoltées dans le Callovien sont en assez mauvais état. Il s'agit de *Grossouvria* sp. et *Choffatia* sp. Comme sur la feuille Vermenton, seul le Callovien inférieur semble représenté.

j5. **Oxfordien moyen : Calcaires à chailles (faciès « Argovien »).** Ce niveau repose directement sur la surface mamelonnée du Callovien. Nulle part sur la feuille Courson nous n'avons trouvé trace de l'Oolithe ferrugineuse oxfordienne (j4).

1. - Dans la région de Druyes et Ferrière, le Callovien est surmonté par 1 m de calcaire lithographique rognonneux, puis par 4 à 5 m de calcaire lithographique en dalles, enfin par une dizaine de mètres de calcaire compact, blanchâtre, microporeux, recristallisé par zones, à chailles arrondies et digitées, petites à grandes, grises au centre, blanches à la périphérie. Près de Druyes, dans la tranchée de chemin de fer, ce dernier niveau a livré *Dichotomosphinctes* cf. *antecedens*.

Sur le plateau de la Ferme de Brétignelles, ces calcaires renferment des Échinodermes silicifiés que l'on trouve en abondance dans les labours : *Cidaris coronata*, *C. florigemma*, *Hemicidaris crenularis*, *Collyrites* sp., *Stomechinus lineatus*, *Holectypus corallinus*, *Glypticus hieroglyphicus*, *Pygaster* sp., *Pygurus* sp., etc., associés à de gros Brachiopodes silicifiés : *Terebratula* cf. *maltonensis*, *Zeilleria censoriensis*, *Acanthorhynchia spinulosa*.

2. - Dans la vallée de l'Yonne, la surface ondulée et perforée des calcaires calloviens est surmontée de 0,80 m de calcaire micrograveleux rosâtre avec, à la base, un petit niveau conglomératique à gravelles rousses de 10 mm de diamètre. On trouve ensuite, visible sur 2 m (épaisseur totale 4 à 5 m), un banc de calcaire blanchâtre feuilleté. Le ciment en est finement grumeleux, microporeux. La roche renferme des empreintes de Trigonies, Pectens, Pholades, Ammonites.

A 30 cm au-dessus de la base apparaissent des chailles rondes et digitées. Vers le sommet du banc s'installent les premiers Microsolénidés et la roche est cristallisée. Dans cette région, la totalité du niveau n'atteint guère plus de 6 mètres.

Ces niveaux n'ont livré que quelques *Perisphinctes* très abîmés. Sur cette feuille, le faciès « argovien » semble se limiter à la zone à Plicatilis.

j5-6a. **Oxfordien moyen et supérieur : Complexe récifal.** Le Sud de la feuille est dans sa presque totalité occupé par la prolongation du récif de Mailly-le-Château. Son

interpénétration avec les différents niveaux du Calcaire de Vermenton permet de le considérer comme un faciès latéral de ces niveaux. Les premiers Polypiers apparaissent au sommet des calcaires à chailles sous-jacents, il semblerait donc que le récif se soit installé dès la zone à Plicatilis. Quant au sommet du récif, nous observons en différents points, et plus particulièrement à l'Ouest, son recouvrement par les calcaires de la sous-zone à Bimammatum. Il semble « monter » assez haut dans cette sous-zone puisque souvent c'est le Calcaire de Bazarnes qui vient recouvrir le récif.

Comme sur la feuille Vermenton, le récif débute par une formation biostromale à Microsolénidés : *Microsolena exigua*, *Dimorpharæa koechlini*. Le calcaire qui renferme ces Polypiers est parfois crayeux, mais le plus souvent les éléments jointifs laissent seulement apparaître une micrite riche en fins débris organiques (Serpules, Crinoïdes, Polypiers encroûtants). Ce niveau qui peut présenter un très fort pendage (30 %), épais d'environ 6 m à l'Est, atteint près de 20 m à l'Ouest où il englobe à sa base, dans la région de Druyes, un faciès particulier de calcaire en bancs massifs de 1 à 2 mètres. Ce calcaire est essentiellement formé de débris organiques jointifs, secondairement cimentés par de la calcite. Les débris sont en majorité empruntés aux Échinides, mais on y trouve aussi des tiges de Crinoïdes, des Algues, des Annélides, des Lamellibranches, faune d'environnement récifal.

La barrière récifale s'allonge d'Est en Ouest à quelques kilomètres en arrière de la limite du récif. En différents points, on peut observer des gerbes de Polypiers rameux en position de vie mêlés à des Polypiers en boule, pris dans un calcaire blanc, à grain très fin. Parmi ces Polypiers, citons : *Microphyllia amedei*, *Meandraræa gresslyi*, *Clausastræa edwardsi* associés à des *Chaetetidae*.

En avant de cette barrière, les faciès sont variés : calcaires graveleux, oolithiques, pisolithiques, mais le plus souvent rudite corallienne : roche biodétritique renfermant des Polypiers en boules disloquées, des fragments de calices de Polypiers rameux, des débris de test de Lamellibranches, quelques grosses tiges de *Cidaris* fragmentées.

En arrière du récif, les faciès présentent les mêmes variétés, avec une prédominance des calcaires crayeux, oolithiques et pisolithiques. Au sein de ces formations, à la faveur de tranchées ou carrières, il est permis d'observer quelques petits biohermes, formations construites répétant la succession : Polypiers plats (dont *Dendraræa racemosa*) Polypiers rameux, puis en boule, rudites coralliennes sur les flancs, calcaire graveleux au sommet. On remarque également la présence de poches de calcaire crayeux et graveleux riches en *Diceras* (*D. arietinum*, *D. sinistrum*) associés à de grosses Nérinées (*Nerinea sequana*), calcaire assez riche en Algues, débris de Serpules, de radiales de *Cidaris*. Le plus célèbre de ces gisements est celui de Coulanges-sur-Yonne ( $x = 691,450$ ,  $y = 281,100$ ). Dans cette région, sous la lentille de calcaire à *Diceras* se situe un faciès particulier que l'on peut observer dans une carrière ( $x = 691,000$  ;  $y = 280,825$ ), ainsi que sur la rive gauche de l'Yonne ( $x = 688,900$  ;  $y = 280,400$ ). Il s'agit d'un calcaire blanc bien stratifié en bancs de 0,50 m, riche en empreintes et moules internes de *Nerinella* (*N. coecilia*). C'est un calcaire très fin dont la matrice micritique renferme des pelotes et intraclastes micritiques et des débris organiques (Polypiers, Gastéropodes, Échinides, Lamellibranches). Au sein de ce calcaire apparaissent des nodules de calcaire absolument identique, présentant un début de silicification.

Le récif se termine par des calcaires pisolithiques grossiers. Les éléments qui composent la roche sont tous des pisolithes (de 1,5 à 3,5 mm) soit simples, soit complexes à noyaux micritiques ou organiques. L'origine de ces pisolithes étant attribuée à une activité algale, nous leur avons appliqué le terme d'oncolithes. Ce niveau terminal est constant et s'observe facilement tout au long de la limite nord du récif.

Le dernier faciès attribuable au récif est celui qui correspond à son enfouissement. Il jalonne également sa limite au contact des terrains encaissants : c'est un calcaire

noduleux roux à grisâtre, riche en Huîtres, en radioles d'Oursins, pelotons de Serpules, les débris présentant des traces d'encroûtement algair.

**j<sub>6a</sub>. Oxfordien supérieur : Calcaires de Vermenton (faciès « Rauracien »).** Cette formation qui avait atteint son plein développement dans la vallée de l'Yonne, se trouve fortement réduite sur la feuille Courson, les formations récifales ayant, elles, pris plus d'importance.

Elle débute par des calcaires lithographiques gris qui affleurent sous une faible épaisseur, en fond de vallée, dans la région de Fouronnes.

**j<sub>6a2</sub>. Marnes de Moutot.** Les calcaires inférieurs de Vermenton sont surmontés, toujours dans la région de Fouronnes, par 3 à 5 m de marnes très calcaires, schistoïdes, gris bleuté. A l'analyse, la fraction argileuse se révèle formée par de la kaolinite 4/10, de l'illite 4/10 et de la montmorillonite 2/10 (échantillon prélevé sur la feuille Vermenton).

Ce niveau marneux supporte quelques mètres (10 m maximum) de calcaires sublithographiques en dalles qui, en lame mince, se présentent comme une micrite renfermant de très rares et très petits grains de quartz. La microfaune est nulle, mais par contre la macrofaune qui était généralement très pauvre dans ce niveau s'est enrichie au contact du récif. C'est ainsi que près des Roches on peut recueillir de nombreuses *Glochiceras nimbatum*, accompagnées de fragments de *Perisphinctes*, de Trigonies, Astartes, Mytilidés et d'une *Belemnites royeri*.

Au SE de Fouronnes, ces calcaires prennent à l'approche du récif un faciès grumeleux, blanc et se présentent en dalles perforées.

Cet ensemble calcaire est à nouveau recouvert par un niveau marneux.

**j<sub>6a3</sub>. Marnes de Frangey.** Épaisses de 5 m environ, de teinte gris foncé, elles sont compactes, à cassure conchoïdale, lorsqu'on les rencontre en affleurement fraîchement dégagé. Dans les champs et sous l'action de l'altération, elles deviennent gris blanchâtre et se débitent en feuillets schistoïdes.

La macrofaune y semble absente ; parmi les Foraminifères, citons : *Ammobaculites* gr. *coprolithiformis*, *Spirillina tenuissima*, *Lenticulina* sp.

Très calcaires (70 % de CO<sub>3</sub> Ca), leur fraction argileuse se révèle formée de kaolinite 3/10, d'illite 4/10 et d'interstratifié illite-vermiculite 3/10.

Ces marnes sont surmontées par la masse supérieure des Calcaires de Vermenton, qui ne dépasse pas 20 mètres. Ce sont les mêmes calcaires que précédemment, sublithographiques, gris, en bancs de 10 à 25 cm, séparés par des niveaux feuilletés de marnes calcareuses. Cet ensemble calcaire et marneux représente la sous-zone à Hypselum.

**j<sub>6a-b</sub>. Oxfordien supérieur : Marnes et calcaires de Fougilet (limite Rauracien-Séquanien).** Ce niveau qui correspond aux Marnes de Fontenay (feuille Vermenton) représente le dernier épisode marneux avant la sédimentation calcaire du « Séquanien ». Il comprend quatre à cinq mètres de marnes entrecoupées de bancs coquilliers (kaolinite 2/10, illite 6/10, interstratifié illite-montmorillonite 2/10).

Les marnes gris-beige à ocre, à cassure conchoïdale et ponctuations pyriteuses sont finement silteuses et renferment des rognons calcareux. Elles ont livré des Foraminifères : *Everticyclammina virgulina*, *Ammobaculites coprolithiformis*, *Lenticulina quenstedti*, *Astaculus* cf. *treptensis*, *Planularia tricarinella*, *Trochammina* sp., et des Ostracodes : *Galliaecytheridea postrotunda*, *Schuleridea triebeli*, *Protocythere rodewaldensis*, *Monoceratina* cf. *saxonica*, *Amplicythere confundens*.

Nous remarquerons que les Foraminifères ont un « cachet » rauracien, les associations étant semblables à celles de Moutot et de Frangey.

Les bancs de calcaire coquillier sont au nombre de deux ou trois. Leur altération est rocailleuse. Le ciment gris-beige sublithographique comporte des nuages de micro-gravelles ferruginisées. Les tests d'Huîtres et de Brachiopodes sont enrobés de concrétions algaires ferruginisées ou parfois d'un simple lisé ferrugineux. La roche est

riche en pelotons ou agrégats de Serpules. Les Brachiopodes sont abondants : *Rhynchonella corallina*, *Rh. pinguis*, *Rh. subsella*, *Terebratula grossouvrei*, *Zeilleria astartina*, *Z. douvillei*. On y rencontre également des Lamellibranches (*Ostrea*, *Pecten*, *Trichites*, Mytilidés, Pholades) plus rarement des Ammonites : un Nautile et deux exemplaires de *Decipia* cf. *latecosta*.

Les Foraminifères présents dans les niveaux marneux inciteraient à placer cet horizon dans la sous-zone à Hypselum, alors que les Brachiopodes et la présence de *Decipia* le rattachent plutôt à la sous-zone à Bimammatum.

#### j6b. Oxfordien supérieur (Séquanien inférieur).

j6b1. *Calcaires de Cravant*. Au-dessus des niveaux coquilliers et marneux de Fougilet, apparaissent des calcaires sublithographiques dits Calcaires de Cravant, gris clair, à pâte fine grumeleuse, en bancs compacts de 10 à 40 centimètres. Les joints marneux, feuilletés, pelliculaires qui séparent les bancs peuvent s'épaissir jusqu'à former des marnes calcareuses grises de quelques centimètres. La surface des bancs est rugueuse et montre la trace de quelques pistes de Vers. La faune est pauvre ; quelques petites Huîtres dans les marnes, quelques moules internes dans les bancs (Mytilidés). Cependant, vers le haut de la formation s'intercalent des bancs plus fossilifères : calcaire sublithographique, coquillier à Brachiopodes, au test rose : *Rhynchonella pinguis*, *Rh. corallina*, *Terebratula grossouvrei*, un Nautile. Nous avons également recueilli à la base de la formation un *Ochetoceras marantianum*. L'épaisseur de ce niveau décroît vers l'Ouest, passant de 25 à 15 mètres.

Dans le Sud de la feuille, ce calcaire est transgressif sur le récif et, sur ses dix premiers mètres, la pâte lithographique se charge en oolithes et en gravelles ; il ne subsiste plus alors que 5 m environ de calcaire lithographique franc. Il devient donc très difficile de le distinguer des Calcaires de Bazarnes sus-jacents ; c'est pourquoi nous avons préféré ne pas placer de limite entre ces deux niveaux en certains points de la carte.

La présence d'*Och. marantianum* permet de rattacher cet ensemble à la sous-zone à Bimammatum.

j6b2. *Calcaires de Bazarnes*. La dénomination « Calcaires de Bazarnes » recouvre un ensemble de faciès calcaires néritiques et littoraux, présentant de grandes variations dans le détail. La puissance, également variable, passe d'une trentaine de mètres à l'Ouest de la carte à une vingtaine à l'Est. Dans l'ensemble, cependant, ces calcaires sont caractérisés par un débit en dalles irrégulières correspondant à un réseau anastomosé de surfaces ondulées, criblées de microstylolithes.

On rencontre les faciès suivants :

- des calcaires gris à pâte fine et grumeleuse, comportant en petit nombre des microgravelles rouges, des oolithes éparses et des petites entroques blanches ;
- des calcaires lithographiques gris, comportant des nuages et traînées d'oolithes blanches bien calibrées (0,5 à 0,8 mm). Souvent ces oolithes remplissent des poches de bioturbation ;
- des calcaires oolithiques et lumachelliques à Huîtres. En lame mince, les oolithes ont des couches concentriques bien nettes, soulignées par des pellicules ferrugineuses, avec noyau formé soit de fins débris coquilliers, soit de petits Foraminifères. En carrière, on observe des stratifications entrecroisées et l'enchevêtrement de ce faciès avec les calcaires lithographiques ;
- des calcaires sublithographiques, légèrement crayeux montrant en lame mince une pâte micritique avec microgravelles (0,1 mm), pellets et très nombreux spicules ;
- plusieurs bancs isolés de calcaire sublithographique gris, coquillier, très riches en Brachiopodes à test rose violacé : *Rhynchonella pinguis*, *Rh. corallina*, *Terebratula maltonensis*, *T. cincta*, *T. subsella*, *T. cf. grossouvrei*, *Zeilleria astartina* avec Mytilidés, Pholades, *Trichites*, radioles, *Perisphinctes* sp. ;
- localement, au sommet de la série (Bois des communes, x = 676,100 ; y = 288,600),

des calcaires à Trigonies. Ce sont des calcaires grumeleux, à altération crayeuse blanche, pétris d'empreintes de grandes Trigonies, à petits débris coquilliers, d'Huîtres et de Brachiopodes.

Ces faciès très variés qui n'ont livré que quelques *Perisphinctes* très mal conservés sont à rapporter à la sous-zone à Bimammatum.

j7a. **Kimméridgien inférieur : Calcaire de Tonnerre (Séquanien moyen).** Nous avons placé la limite entre les Calcaires de Bazarnes et ceux de Tonnerre à l'apparition des premiers Polypiers, ce qui coïncide approximativement avec l'apparition des faciès crayeux. On peut distinguer de bas en haut :

a - un calcaire sublithographique ou crayeux à Brachiopodes (quelques mètres) : calcaire coquillier compact à tendance sublithographique, parfois crayeux, riche en Térébratules et Rhynchonelles à test violacé : *Rhynchonella corallina*, *Rh. (Septaliphoria) pinguis*, *Rh. ordinaria*, *Zeilleria astartina*, *Terebratula (Postepithyris) cincta*. On y trouve associées des Pholades, des Trichites, quelques Trigonies, *Lopha*. Ces calcaires renferment quelques calices cassés de Polypiers et certains bancs ont leur surface encroûtée par des Polypiers en position de vie. Ceux-ci sont taraudés par des lithophages.

b - des calcaires crayeux à Polypiers (10 m) : un faciès récifal s'installe à ce niveau. Il est caractérisé par une sédimentation carbonatée très fine, riche en microdébris et micro-organismes tout à fait analogue à la craie du Crétacé. Cependant, on distingue certains niveaux graveleux ou pisolithiques. Les Polypiers (*Comoseris*, *Meandrophyllia* et nombreux individus appartenant à la famille des *Siderastraeidae*) se présentent sous forme de boules de 5 à 40 cm, en général fortement recristallisées. C'est à ce niveau que s'intercale (Guillons du Ravan) un calcaire crayeux composé uniquement de pisolithes de taille très variable (1 à 10 mm) agglomérés, laissant entre eux des espaces vacuolaires. En lame mince, ce sont de grosses gravelles et tests coquilliers avec encroûtement concentrique, de type algair, quelques oolithes. Les Foraminifères assez fréquents sont tous oolithisés : *Trocholina*, *Ammobaculites*, Miliolidés, Textulariidés.

c - la masse principale des Calcaires de Tonnerre (niveau des exploitations souterraines) : c'est une craie calcaireuse blanche se présentant en bancs massifs. Elle forme une masse assez homogène (25 m) dans laquelle se manifestent quelques passées à pisolithes et oolithes diffus. On observe quelques rares sections de Lamelli-branches et Nérinées, quelques entroques. La microfaune est plus ou moins riche suivant les niveaux. Ce sont des Textulariidés, Miliolidés, Ophtalmidiidés, Nodosariidés, *Nautiloculina*, *Lenticulina*, accompagnés parfois de nombreux spicules, plus fréquemment d'Algues : Codiaceés, Dasycladacées et Solénoporées (*Thaumtoporella* cf. *parvovesiculifera*). En macrofaune, les niveaux b et c ont livré : *Rhynchonella pinguis*, *Rh. ordinaria*, *Terebratula subformosa*, *T. valfinensis*, *T. maltonensis*, *T. cincta*. Les Ammonites étant rares dans ces niveaux, c'est surtout par analogie avec les régions voisines qu'ils sont rattachés à la zone à Baylei.

j7b. **Kimméridgien inférieur : Calcaires à Astartes (Séquanien supérieur).** Les différents faciès du Calcaire à Astartes (25 à 35 m) varient rapidement. On peut néanmoins reconnaître dans l'ensemble de bas en haut, les niveaux suivants :

a - « **Marbre de Bailly** » (6 à 8 m). La partie supérieure du Calcaire de Tonnerre passe progressivement à un calcaire jaunâtre, oolithique, graveleux, pisolithique, tendre, crayeux, en gros bancs, riche en débris coquilliers et Nérinées, présentant parfois une stratification entrecroisée. Vers la base, ce calcaire comporte des amygdales de calcaire lithographique gris à nuages d'oolithes blanches. Les calcaires lithographiques peuvent s'intercaler plus ou moins dans le Marbre de Bailly. Vers le sommet, la taille des gravelles et pisolithes augmente (10 à 20 mm) : on observe notamment un ou deux bancs très riches en débris ou organismes entiers, roulés et encroûtés de Nérinées, Trigonies, Polypiers et *Diceras*.

**b - « Calcaires lithographiques » en petits bancs (2 à 4 m).** Ces calcaires reposent sur le Marbre de Bailly, dont ils sont parfois séparés par une surface rubéfiée, ondulée. C'est un calcaire gris clair, argileux (micritique en lame mince) en bancs d'une vingtaine de centimètres se débitant en plaquettes à cassure parallélépipédique. Cette cassure caractéristique est due à la présence dans le plan horizontal de joints marneux et dans le plan vertical à l'existence d'un système de cassures orthogonales, soulignées par des filonnets de calcite.

**c - Alternance de « calcaires lithographiques et de calcaires rocailloux » (12 à 18 m).** C'est une série difficilement observable en entier, composée d'alternances répétées de bancs calcaires de quelques décimètres dont l'altération est successivement rocailleuse ou en dalle. En fait, plusieurs faciès s'y rencontrent :

- des calcaires gris sublithographiques à cassure parallélépipédique et joints schisteux. On y observe des nuages d'oolithes et fines gravelles (en lame mince, la roche micritique laisse apparaître des fantômes de gravelles).
- des calcaires à pâte grumeleuse, gris, parfois lithographiques à cassure esquilleuse et débit rocailloux, souligné par de fines surfaces stylolithiques. Certains de ces bancs montrent en sections de nombreux Brachiopodes, surtout des Rhynchonelles, et des *Trichites*.
- des dalles de calcaire blanchâtre micrograveleux et oolithique se débitant en fines plaquettes, dont les surfaces sont parfois recouvertes de débris d'Huîtres.
- des niveaux marneux gris jaunâtre, à nodules calcaréo-marneux, très riches en petits Brachiopodes : *Rhynchonella matronensis*, *Terebratula subsella*, *Ter. cincta* var. *minor*, *Zeilleria egena*, *Z. astartina*, *Z. humeralis*.

**d - Lumachelles et conglomérats (2 à 5 m).** La partie terminale du Calcaire à Astartes comprend des dalles de calcaires lumachelliques à Huîtres, à ciment finement graveleux, roux, associées à des calcaires sublithographiques à surface érodée et perforée par de nombreuses tubulures d'Annélides. On distingue un conglomérat à gros galets calcaires de 8 à 100 millimètres. Les éléments bien roulés, aplatis, sont généralement perforés par les lithophages, parfois verdés et rubéfiés. Ils sont emballés dans une pâte lumachellique à petites *Ostrea*, petites gravelles et quelques points de glauconie.

Le sommet de la formation est constitué d'un second conglomérat, dont les éléments sont plus petits (2 à 15 mm) mais où la glauconie est plus abondante. Les galets sont composés de calcaire cryptocristallin vert (zone à « galets verdés ») altéré en ocre, emballés dans un ciment micritique à petites gravelles, petits débris coquilliers (Lamellibranches, Echinodermes, Brachiopodes, *Serpula quadrata*) et plages glauconieuses. Les Foraminifères y sont assez fréquents : *Pseudocyclammina jaccardi*, *Everticyclammina virguliana*, *Lenticulina* sp.

On remarquera que du point de vue de la sédimentation, la zone *a* du « Calcaire à Astartes » se rapporte au « Séquanien », tandis que les niveaux *b*, *c* et surtout *d* ont un faciès qui annonce le « Kimméridgien ». Ceci explique pourquoi l'attribution du Calcaire à Astartes a été si souvent discutée. La découverte de *Rasenia* dans des régions proches permet de rattacher cet ensemble à la zone à Cymodoce.

**js. Kimméridgien moyen et supérieur : Calcaires et marnes à *Exogyra virgula* (« Kimméridgien »).** C'est un dépôt important de 55 à 60 m d'épaisseur. Nous conserverons la terminologie de Lemoine et Rouyer : au-dessus des calcaires conglomératiques, glauconieux et perforés du sommet de l'« Astartien » ( $\alpha$ ), on distingue :

**$\beta$  - un petit banc de calcaire gris-blanc, légèrement argileux, tachant, contenant quelques *Exogyra virgula* et *Aulacostephanus eulepidus*, surmonté de quelques mètres d'une marne noire ou grise, très plastique à *Ex. virgula* peu abondantes (kaolinite 2/10, illite 6/10, interstratifié illite-montmorillonite 2/10). Les Foraminifères présents dans les marnes sont : *Pseudocyclammina jaccardi*, *Paleogaudryina***

*magharaensis*, *Triplasia kimmeridgensis*, *Haplophragmoides canui*. Pour les Ostracodes, citons : *Amphicythere confondens*, *Cytherelloidea weberi*.

$\gamma$  - une importante masse de 25 à 30 m de calcaires lithographiques gris-beige compacts, à cassure esquilleuse, en petits bancs de 0,10 à 0,25 m, séparés par des joints marneux de 1 à 4 centimètres. La surface des bancs est noduleuse. Assez rarement les bancs renferment des lentilles lumachelliques à Exogyres. Les marnes renferment quelques Pholades et Térébratules (*Pholadomya hortulana*).

Les calcaires se terminent par un ou plusieurs bancs de calcaires perforés (lithophages) et rubéfiés.

$\delta$  - un niveau épais de 5 à 7 m composé d'alternances de lumachelles à *Exogyra virgula* de grande taille et de marnes noires également à *Ex. virgula* (kaolinite 4/10, illite 3/10, interstratifié illite-montmorillonite 3/10). Ce niveau est très riche en Céphalopodes : *Nautilus moreanus*, *Aspidoceras orthocera*, *A. cf. lallierianum* et Lamellibranches. La microfaune est pauvre et mal conservée : *Lenticulina* sp., *Eoguttulina* sp., *Schuleridea triebeli*, *Cytherelloidea* sp.

$\epsilon$  - sur 7 à 8 m, des calcaires marneux, tendres, farineux et blanchâtres, renfermant des Trigonies et des *Aspidoceras* de grande taille dont *A. caletanum* et *Aulacostephanus quenstedti*. La microfaune y est pauvre : *Lenticulina* sp.

$\zeta$  - des alternances sur 3 m de calcaires rognonneux blanc crayeux à lumachelles diffuses, de marnes argileuses grisâtres (kaolinite 3/10, illite 5/10, interstratifié illite-montmorillonite 2/10), pétries d'*Ex. virgula* de grande taille, et de lumachelles compactes. Ce niveau est caractérisé par l'abondance des Térébratules (*Terebratula subsella*) et la présence d'Ammonites (*Physodoceras circumspinum*, *Aulacostephanus yo*). La microfaune est abondante ; citons parmi les Foraminifères : *Everticyclammina virguliana*, *Planularia tricarinnella*, *Lenticulina uralica*, *Eggerella meentzenii* ; parmi les Ostracodes : *Cytherella suprajurassica*, *Polydentina* cf. *proclivis*, *Amphicythere confundens*, *Protocythere rodewaldensis*.

$\eta$  - une vingtaine de mètres de marnes (kaolinite 4/10, illite 3/10, interstratifié illite-montmorillonite 3/10) gris-bleu à noir contenant quelques bancs de calcaires argileux, lumachelliques, faiblement quartzeux en lame mince et quelques lumachelles à *Ex. virgula*. L'étage se termine par une lumachelle très dure à *Ex. virgula* et *Ex. bruntrutana*, épaisse de 0,20 à 0,30 m.

Dans ce niveau, la microfaune s'est révélée beaucoup plus riche. Parmi les Foraminifères, citons : *Planularia tricarinnella*, *Spirillina* sp., *Lenticulina uralica*, *Vaginulina glabellata*, *Tristix alcima*, *T. suprajurassica*, *Trocholina solecensis*, *Ammobaculites laevigatus* ; parmi les Ostracodes : *Galliaecytheridea postrotonda*, *Protocythere sigmoidea*, *Exophthalmocythere* cf. *fuhrbergensis*, *Rectocythere regularis*, *Monoceratina* cf. *saxonica*.

D'après les Ammonites recueillies, les niveaux  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  appartiendraient à la zone à Mutabilis, tandis que les niveaux  $\epsilon$ ,  $\zeta$  et  $\eta$  représenteraient la zone à Pseudomutabilis.

**9. Portlandien : Calcaires du Barrois.** C'est un ensemble de calcaires dont la puissance est difficile à préciser en l'absence de forage. Les observations de terrain permettent de l'estimer à 40-50 mètres.

Deux faciès calcaires principaux se succèdent : un terme inférieur, appelé Portlandien inférieur par les anciens auteurs, composé de bancs bien nets de calcaire, séparés par de petits niveaux marneux, et un terme supérieur, composé de calcaire sublithographique en petits bancs sans joint marneux important, prenant l'altération un aspect de pierraille assez caractéristique.

La série inférieure au-dessus de la dernière lumachelle du Kimméridgien comprend : a - 6 à 10 m de calcaire argileux à grain fin, gris clair à blanchâtre, avec taches roses et filonnets de calcite. Les bancs sont épais de 0,15 à 0,35 m. Les niveaux marneux gris ne dépassent pas 20 cm et renferment des rognons calcaires. Ce niveau a livré *Gravesia gigas*, *Gr. irius*, *Gr. gravesiana*. La surface des bancs est mamelonnée, souvent parcourue ou traversée par des pistes de Vers. Elle est parfois lumachellique (*Exogyra virgula* et *Ex. bruntrutana*).

b - un banc de 0,40 à 0,50 m de calcaire sublithographique à sections de grands Lamellibranches. Les tests épais de 6 à 8 mm, épigénisés en calcite, appartiennent en majorité à des Trigonies. La roche montre de nombreuses et petites sections d'Huîtres, souvent à la base du banc où elles sont rassemblées en une lumachelle. La faune comprend également des Gastéropodes, des Serpules, des Pholades, des petites Astartes. Nous avons récolté à plusieurs reprises, immédiatement sous ce banc, des *Gravesia gravesiana*. Il constitue un repère précieux dans cette série peu fossilifère.

c - un nouvel ensemble de calcaires en gros bancs à surface mamelonnée, identiques au précédent, de 10 à 15 m d'épaisseur.

d - un banc conglomératique roussâtre. Ce banc de 0,40 m environ a été choisi comme limite entre la série inférieure et la série supérieure. Il s'agit d'un véritable conglomérat à ciment calcaire beige sublithographique à taches roses. Les galets ovoïdes, aplatis, constitués également de calcaire lithographique, sont indurés, roulés, rubéfiés, perforés par les lithophages et souvent couverts de petites Huîtres. La taille des éléments est couramment de 8 à 20 mm, mais peut atteindre 60 mm (carrière de la Grilletière). Ce conglomérat montre l'action d'une véritable érosion au cours du Portlandien.

La partie supérieure comprend essentiellement des calcaires sublithographiques compacts en petits bancs. De couleur beige à gris clair, ils sont marbrés de taches roses à ocre (oxydation de sels de fer). On y distingue :

a - au-dessus du banc conglomératique, des calcaires rognonneux et perforés (2 m).

b - un banc de 0,30 m de calcaire argileux blanchâtre, avec nuages de microgravelles, microquartz, libres ou agglutinés par les Foraminifères arénacés, et débris organiques abondants (fragments de Lamellibranches, Gastéropodes, Crinoïdes, fragments osseux). Les Foraminifères (*Ammobaculites*, *Haplophragmoides*) présentent des imprégnations glauconieuses.

c - une masse de 10 à 15 m de calcaire lithographique très esquilleux, à taches roses et ocre. Ces calcaires sont exploités à la carrière du Defens qui a livré une *Gravesia* sp.

d - les bancs terminaux du Portlandien peuvent présenter différents faciès : les calcaires sublithographiques peuvent se charger en microgravelles ou présenter des niveaux riches en empreintes de Lamellibranches. Certains faciès sont même crayeux, mais très souvent les bancs terminaux sont au contraire excessivement compacts, gris, en rognons à cassure très esquilleuse et perforés de grosses tubulures.

La présence des *Gravesia* dans ces deux séries calcaires exclut l'existence du Portlandien supérieur dans cette région.

n2. **Valanginien : Calcaire de Bernouil.** Dans certaines localités (Fontenoy, La Métairie Foudriat, au SW de Coulanges-la-Vineuse), le sommet perforé du Portlandien est recouvert par une faible épaisseur de calcaire blanc saccharoïde qui se révèle être constitué presque uniquement de Polypiers très usés et recristallisés. Les auteurs antérieurs y ont déterminé de nombreux genres : *Dimorphastrea*, *Synastrea*, *Centrastrea*, *Prionastrea*, *Meandrina*, etc., et ont comparé ce niveau à celui des Calcaires de Bernouil (Aube) qu'ils ont attribué au Valanginien.

n3. **Hauterivien : Calcaire à Spatangues.** Il est représenté par un calcaire gréseux, brun-roux à verdâtre, biodétritique, en petits bancs séparés par des délits marneux (kaolinite 5/10, montmorillonite 2/10, illite 3/10). Parmi les éléments disséminés dans le ciment carbonaté, on note de grands fragments de Polypiers ferruginisés ainsi que de plus petits débris, roulés, de Lamellibranches, Gastéropodes, Échinodermes, Serpules. Il renferme également des oolithes ferrugineuses très irrégulièrement distribuées. La faune est extrêmement riche (Raulin cite 387 espèces). Nous y avons recueilli entre autres : *Acanthodiscus radiatus*, *Paracymatoceras* sp., *Exogyra couloni*, *Ex. boussingaulti*. La microfaune comporte des *Lenticulina* sp., *Citharina* sp., mais surtout des Ostracodes : *Schuleridea extranca*, *Protocythere pumila*, *P. triplicata*, *Cythereis bernardi*.

L'Hauterivien épais de 5 à 8 m, est conservé en buttes témoins sur les sommets du Portlandien, mais se rencontre encore plus souvent en contact par faille avec le Jurassique. D'autre part, il tapisse fréquemment les fissures du Portlandien.

n4a. **Barrémien inférieur : Lumachelles et marnes ostréennes.** Le Barrémien inférieur de la feuille Courson est difficilement observable en entier, mais semble plus réduit que sur la feuille Auxerre. Il ne totaliserait qu'une vingtaine de mètres d'épaisseur au NE et seulement une dizaine au SW de la feuille. Les zones à Astartes et à lumachelles sont également moins distinctes. On observe en fait de bas en haut :

- des bancs très durs lumachelliques, à Huîtres, de couleur brune et bleu-noir, intercalés dans des marnes beige foncé,
- des calcaires marneux et silteux, microporeux, de couleur brun chocolat (« foie de veau ») qui se débitent souvent en miches, alternant avec des marnes brunes,
- des dalles compactes de calcaire lumachellique à petites Huîtres et Gastéropodes de couleur gris-bleu foncé, alternant avec des marnes noires.

Les marnes ont un pH de 7,5. Leur analyse aux rayons X a donné les résultats suivants : kaolinite 4/10, illite 4/10, interstratifié illite-montmorillonite 2/10.

On trouve en abondance des Huîtres : *Ostrea leymeriei*, de grosses Astartes : *Astarte subformosa*, *As. costata*, des Pholades, Lucines, *Cardium*, etc. La microfaune est assez pauvre : *Citharina*, *Lenticulina* ; par contre l'association en Ostracodes est très riche : *Orthonotacythere inversa*, *Schuleridea virginis*, *S. bilobata*, *Cythereis cf. glabella*, *Protocythere auriculata*, *Doloccytheridea amygdaloides*.

n4b. **Barrémien supérieur : Sables et argiles panachés.** C'est un dépôt de type continental sablo-argileux très souvent teinté par de l'oxyde de fer. Les faciès changent très rapidement. On reconnaît :

- des sables argileux fins roussâtres, contenant des nodules à encroûtement limonitique (surtout à la base de la série),
- des sables argileux panachés gris clair et ocre, des argiles plastiques bariolées gris clair, rouge à lie-de-vin avec niveau de sanguine, des sables fins, blancs (grains de 0,15 à 0,20 mm), à stratification entrecroisée, des sables jaunes à roux, hétérométriques (de 0,5 à 1 mm, et plus), très anguleux avec bancs de grès ferrugineux violacé.

Les argiles de ces différents niveaux ont un pH compris entre 5,5 et 6. L'analyse de la fraction argileuse donne une proportion de kaolinite de 3 à 4/10, d'illite de 4 à 5/10, associées à de l'interstratifié illite-montmorillonite 2/10. La formation paraît azoïque.

Malgré quelques exceptions, dans l'ensemble, les faciès argileux du Nord passent vers le SW aux faciès sableux.

n5. **Aptien : Argiles.** Dans l'Yonne les « Argiles à Plicatules » représentent l'Aptien inférieur, l'Aptien supérieur faisant défaut. Il s'agit d'argiles plastiques brun verdâtre s'altérant en ocre en surface. Les affleurements sont très mal visibles. Leur épaisseur ne dépasse pas 5 mètres.

Le pH de ces argiles est nettement basique (7,5 à 8) et à l'analyse on constate l'absence de montmorillonite, remplacée par de l'interstratifié illite-montmorillonite à prédominance d'illite dans la proportion de 2/10, avec pour l'illite 5/10 et la kaolinite 3/10.

La macrofaune est inexistante, la microfaune absente ou très pauvre : *Spirillina* sp., *Lenticulina* sp.

c1a. **Albien inférieur : Sables verts et argiles noires.** Cette formation comprend de bas en haut :

- a - 5 à 10 m de sables verts glauconieux et argileux, fins à moyens (0,15 à 0,50 mm).

On y rencontre des nodules pyriteux et des concentrations de glauconie, ainsi que des passages d'argiles brunes (pH = 5 à 6). En altération, ces sables prennent une teinte ocre ;

b - 5 à 8 m d'argiles noires, micacées, dites « Argiles de Myennes ». Elles n'ont livré aucune macrofaune. Par contre, elles sont d'une très grande richesse en microflore (32 espèces de spores et 15 de pollens) et en phytoplancton (15 espèces). A l'analyse, ces argiles ont donné les résultats suivants : kaolinite 3/10, montmorillonite 4/10, illite 3/10, avec abondance de quartz ;

c - un complexe de sables fins argileux, peu glauconieux, et d'argiles brunâtres à noires.

**C1b. Albien supérieur : Sables de la Puisaye.** C'est une masse de 45 à 50 m de sables hétérométriques (0,2 à 2 mm), de couleur jaune-ocre à rougeâtre. Les grains quartzeux sont très émoussés, surtout à la partie supérieure où la granulométrie devient grossière. Ces grains sont accompagnés de feldspaths potassiques légèrement altérés, de granules phosphatés et, en abondance, de grains de glauconie. Le niveau terminal renferme des dragées de quartz ovoïdes, aplaties, pouvant atteindre 20 millimètres. Par endroits, ces graviers ont un ciment ferrugineux ou phosphaté, ce qui par leur faciès les rattache au gravier à *Opis glareosa* de Laindry. Localement, ces sables sont séparés des niveaux qui les recouvrent par des passages très glauconieux.

Dans la masse des sables, on rencontre des bancs de grès à ciment ferrugineux et de petits niveaux d'argiles kaoliniques blanches.

La faune est très pauvre ; seuls les graviers phosphatés ont livré des *Opis* sp. et quelques Pholades.

**C1b-2a. Albien supérieur — Cénomanién inférieur : Argiles du « Gault » et Marnes de Brienne.** Cette série argilo-marneuse, épaisse de 5 à 10 m débute par 1 à 2 m d'argiles sableuses verdâtres, ocre à l'altération, avec nombreux grains de glauconie, et se poursuit par des argiles plastiques d'un bleu noirâtre, devenant marneuses et grisâtres vers le sommet. Cet ensemble aux passages insensibles correspond vraisemblablement aux « Argiles du Gault » pour la base, aux « Marnes de Brienne » pour le sommet. La macrofaune est inexistante, mais la microflore dans les niveaux correspondants aux « Marnes de Brienne » est riche en *Hedbergella*, dont *H. delrioensis*, en *Gavelinella cenomanica*, *G. baltica*, *Anomalina globosa*, accompagnées de quelques *Praeglobotruncana delrioensis*, *Vaginulina* gr. *robusta*, *Hagenowina* sp., *Cibicides jarzevae*, et débris de Poissons. A leur base, les marnes renferment en association *G. cenomanica* et *Lenticulina gaultina*. Les Marnes de Brienne ont également livré une faune d'Ostracodes : *Cythereis* gr. *hirsuta*, *C. larivourensensis*, *Protocythere lapparenti*, *Neocythere vanveeni*, *Dolocytheridea* sp., *Cytherella ovata*, *C. parallela*. Les « Argiles du Gault » n'ont livré aucune microflore.

La fraction argileuse des Marnes de Brienne comporte : kaolinite 4/10, montmorillonite 5/10, illite 1/10, celle des Argiles du Gault : kaolinite 5/10, montmorillonite 5/10. Leur pH est de 7.

**C2b. Cénomanién supérieur : Craie.** Il débute par quelques petits bancs de craie argileuse, finement gréseuse, de couleur grise, marbrée de blanc. Parmi les débris organiques inclus dans la roche, on reconnaît des prismes d'Inocérames. Les Foraminifères y sont abondants : *Arenobulimina*, *Marssonella*, *Tritaxia*, *Gavelinella*, *Hedbergella*, *Heterohelix*. Ce niveau passe progressivement à une craie calcareuse, compacte, à cassure grumeleuse, dont certains bancs durcis forment de véritables calcaires crayeux. La pâte crayeuse montre des traces de silicification et parmi les très fins débris qu'elle renferme, on note une grande abondance de spicules de Spongiaires de type monaxon. La macrofaune est pauvre : *Inoceramus labiatus*, *In. annulatus*, un exemplaire de *Schloenbachia* sp., la microflore plus riche : *Hagenowina* sp., *Gavelinella cenomanica*, *G. baltica*, *Hedbergella* sp., *Praeglobotruncana delrioensis*. Parmi la faune d'Ostracodes, citons : *Cythereis* cf. *dorsispinata*, *Cytherella ovata*, *C. parallela*, *Neocythere* cf. *vanveeni*, *Bairdia pseudoseptentrionalis*, *Veenia ballonensis*.

Cette craie renferme des silex gris clair, parfois microporeux et sans cortex bien net. Elle reste riche en silice et certains niveaux s'altèrent en une roche siliceuse jaunâtre, très légère, poreuse et friable dans laquelle les tests des fossiles sont dissous.

**R<sub>n.c.</sub> Sables des Ouvots.** La tranchée de l'ancienne voie de chemin de fer de Toucy à Clamecy est creusée, au passage de la ligne de crête à 1 km au SE des Ouvots (commune de Saints), dans une formation assez homogène de sables blancs ou roux, parfois ferrugineux, contenant quelques petits galets de quartz blanc très usés et, çà et là, de petits agglomérats verdâtres, argileux et glauconieux ainsi que des concrétions d'oxyde de fer.

Ces sables et leurs galets rappellent les « Sables de la Puisaye », albiens, dont ils pourraient dériver par remaniement et transport postérieurs au Crétacé, mais nous n'avons pas d'éléments permettant de les dater.

On note en surface, épars, au Sud de la tranchée, des éclats de silex blanc-gris ou brun-roux dont beaucoup ont été façonnés par l'Homme (pointes de flèches, lames, grattoirs, nucléus, etc.). Il est peu probable que ces silex proviennent de la formation sableuse. Ils semblent plutôt avoir été amenés dans un « atelier » de taille.

**e. Post-Crétacé.** Dans le quart nord-ouest de la feuille apparaissent des formations d'argiles résiduelles à silex qui n'ont pu être datées.

Il s'agit d'argiles sableuses (pH = 5), parfois de sables argileux pulvérulents, de teinte blanc-ocre à rouge, formées, pour la fraction argileuse, en totalité par de la kaolinite. Ces argiles renferment des blocs arrondis de grès fins, de couleur blanchâtre, à cortex noirâtre et de gros silex gris ou blonds, émoussés, parfois cimentés en un conglomérat.

**B. Couverture limoneuse.** Ont été groupées sous cette rubrique, toutes les formations limoneuses d'une épaisseur suffisante pour masquer complètement le substratum, soit 0,50 m environ. En dehors des plateaux, les limons semblent localisés de préférence sur les versants exposés au Nord et surtout à l'Est.

On peut classer ces dépôts en trois groupes :

**1 - Limons sur les formations sablo-argileuses du Crétacé supérieur.** Leur composition est voisine de celle du substratum dont il est difficile de les différencier. Argileux ou argilo-sableux, ils contiennent souvent une forte proportion de sables très fins, et souvent aussi des granules d'oxyde de fer qui leur donnent des teintes grises à noires.

Ont été cartographiés seulement les placages les plus nets et les plus étendus, sur substratum barrémien, aux environs de Leugny et de Lalande. L'analyse aux rayons X d'un échantillon prélevé aux Bergeries (commune de Moulins-sur-Ouanne) entre 1,35 et 3 m de profondeur dans des limons argileux roussâtres a montré, outre l'abondance de quartz et la présence de micas, l'existence d'une fraction argileuse composée de kaolinite (4/10), d'illite (3/10) et d'un interstratifié illite-montmorillonite (3/10).

**2 - Limons sur Jurassique.** Au Sud-Est de la feuille, sur une vaste étendue comprenant la forêt de Frétoy, les environs de Druyes jusqu'à Velléry vers l'Ouest, coïncidant en gros avec la zone d'affleurement du récif oxfordien et du horst jurassique moyen, beaucoup de plateaux sont recouverts d'un manteau limoneux dont l'épaisseur, en certains points tout au moins, est de plusieurs mètres.

Accompagnant ces limons, on peut rencontrer :

- des chailles calloviennes altérées, en abondance (Sud de Druyes et SE de Fontenailles) ;
- des blocs de grès-quartzites hétérométriques, avec petits galets épars (Nord d'Andryes) ;
- des blocs de grès ferrugineux parfois très abondants (Laurent, le Bois Charlet au Nord de Festigny) et pouvant peut-être former localement une dalle continue. Ces grès se rencontrent surtout en forêt de Frétoy et dans les terrasses limoneuses situées à l'Ouest de Courson-les-Carrières.

En outre, on peut localement observer des sables argileux (BA<sub>s</sub>) ou des argiles sableuses (BA), blanchâtres, ocre ou rougeâtres, qui ont autrefois été exploités pour tuilerie et qui supportent souvent des mares. On note également la présence en plusieurs points de ce secteur d'amas de scories ou « ferriers ».

Enfin, à l'Est de Villesavoie, on observe, au contact des limons et du Bathonien, des calcaires bréchoïdes blanc à grain fin, recristallisés et plus ou moins silicifiés,

accompagnés de grès grossiers hétérométriques, à ciment siliceux et à éléments siliceux blancs, anguleux, pouvant provenir des calcaires silicifiés (Bc). Le tout est accompagné d'argiles kaoliniques blanchâtres à violacées.

Dans l'ensemble, ces limons sur Jurassique sont composés d'argiles, de silts et de sables fins avec parfois une fraction grossière qui peut être importante. Un échantillon de limon à chailles prélevé en surface près de la ferme de Brétignelles (commune de Druyes) contient 63 % d'éléments grossiers ( $> 2$  mm) composés de chailles jurassiques altérées avec de rares petits galets de quartz blanc et quelques granules d'oxyde de fer, 9 % de sables (0,02 à 2 mm) et 28 % d'éléments fins ( $< 0,02$  mm). Aux rayons X, l'analyse montre la présence d'argiles (kaolinite 6/10, illite 2/10, interstratifié illite-montmorillonite 2/10 de la fraction argileuse).

La situation géographique de ces dépôts appelle une remarque : ils se rencontrent essentiellement à des cotes comprises entre + 200 et + 230 vers l'Est, un peu plus élevées (+ 220 à + 250) à l'Ouest ; enfin au Nord, près de Courson, on en retrouve des lambeaux en terrasses entre + 225 et + 275.

Cette disposition des dépôts sur une ancienne surface d'érosion (surface structurale), à des altitudes comprises entre + 200 et + 275, est semblable à celle du Mio-Pliocène observé plus à l'Est sur la feuille Vermenton ; ceux de la feuille Courson doivent être - au moins en partie - du même âge.

Outre des limons banals, ce groupe inclut donc d'autres sédiments de natures diverses, tertiaires ou quaternaires.

**3 - Limons sur calcaires jurassiques ou crétacés**, hors de la zone et des altitudes envisagées ci-dessus. Ils sont assez fins, argileux et silteux, renfermant parfois des granules d'oxyde de fer ou quelques grains de quartz. Près de la limite Oxfordien—Kimméridgien, ils sont mêlés de débris de Calcaires de Bazarnes ou de Tonnerre semblables à ceux des « arènes » cryoclastiques et sont appelés « criots » dans la région ; ils donnent des terres meubles. Sur le Portlandien, ils sont en général de couleur brun clair, le plus souvent décalcifiés. Appelés localement « aubues » ils sont épais et étendus sur les plateaux du Défens, du Grand Banny, de Sementron, où ils atteignent plus d'un mètre d'épaisseur. Lorsqu'ils sont situés au sommet du Portlandien ou sur les calcaires hauteriviens, ils prennent une teinte très foncée, brun rougeâtre, peut-être due à des éléments résiduels des terrains crétacés désagrégés sur place (en particulier oxyde de fer des calcaires hauteriviens).

Un échantillon prélevé sur le plateau de Défens (commune de Saints) vers le sommet du Portlandien, entre 1 et 2,70 m de profondeur, donne à l'analyse aux rayons X les résultats suivants : calcite très abondante, présence de quartz, faible quantité de micas et d'argile. La fraction argileuse est composée de kaolinite (4/10), smectite (4/10), et illite (2/10). Ces limons sont généralement décalcifiés en surface.

**Cailloutis.** A des altitudes variables, au NW de la feuille surtout, on rencontre des lambeaux de cailloutis, peu épais et sans doute résiduels, associés parfois à des limons ferrugineux.

Ces cailloutis sont généralement composés de grès ferrugineux de tailles variables, anguleux ou émoussés, et de petits galets de quartz blanc (0,5 à 30 mm) très usés, rappelant ceux du sommet des « Sables de la Puisaye » (Albien). Les lambeaux observés dans la vallée de l'Ouanne, près des Guyons et des Évêques, contiennent beaucoup d'éclats de silex de 2 à 5 cm, parfois accompagnés de sables ou de limons sableux. Ils peuvent provenir, soit de résidus des formations tertiaires et de la couverture limoneuse, soit d'anciennes terrasses alluviales (Les Évêques).

**F<sub>w</sub>. Alluvions anciennes : Hautes terrasses.** Au Nord de Coulanges-sur-Yonne, dans un ancien méandre, d'importants lambeaux d'alluvions ont été conservés. Ils sont situés de 28 à 37 m au-dessus de la plaine actuelle et partiellement recouverts de limons.

Ces alluvions sont exclusivement siliceuses : gros galets (1 à 30 cm) à patine beige ou brun-roux où dominent les chailles jurassiques, accompagnées de quartz filonien et

de « silicifié » du Morvan, galets plus petits (2 à 10 mm) très roulés, de quartz laiteux ou de microgranite, abondant gravier quartzueux non roulé provenant de l'arénisation sur place des galets de granite, le tout emballé dans une argile limoneuse rougêatre.

Au principal lambeau de ces alluvions sont associés quelques blocs à patine brune de quartzites hétérométriques contenant, épars, quelques petits galets (2 à 4 mm) de quartz, très roulés.

**F<sub>x</sub>. Alluvions anciennes : Moyennes terrasses.** A Misery et surtout en amont de Coulanges-sur-Yonne, on observe des lambeaux de terrasses alluviales compris entre 12 et 20 m au-dessus de la plaine moderne.

Ces alluvions ne contiennent pas de calcaire, mais seulement des éléments siliceux : chailles jurassiques, galets à patine beige, de quartz, de microgranite, de « silicifié » du Morvan, graviers granitiques. Localement on observe des sables limoneux (Coulanges) ou de gros blocs de quartzites (Misery).

**F<sub>y</sub>. Alluvions anciennes : Basses terrasses.** En aval de Lucy-sur-Yonne, ainsi qu'entre Coulanges et Crain, on observe des terrasses alluviales entre 2 et 10 m au-dessus de la surface des alluvions modernes.

Les alluvions, visibles seulement à la Station de Coulanges, sont composées de graviers calcaires et siliceux semblables à ceux des alluvions modernes. Près de Crain en particulier, elles sont recouvertes d'une couche limoneuse pouvant dépasser 2 mètres.

**F<sub>z</sub>. Alluvions modernes.** Celles de l'Yonne sont constituées de graviers calcaires roulés et aplatis associés à des sables et graviers siliceux, et aussi de dépôts limoneux, parfois tourbeux qu'on rencontre surtout dans les chenaux correspondant à d'anciens lits de la rivière.

Celles des autres cours d'eau de la feuille sont en général plus fines. Leur composition varie d'une vallée à l'autre en fonction de la nature des terrains qui affluent dans leur bassin d'alimentation.

Les alluvions de la Rivière de Druyes méritent une mention particulière : entre Druyes et Andryes, au-dessous de la tourbe, des fouilles montrent un « calcin » blanc granuleux, non consolidé, constitué de concrétions de calcaire formées à partir de débris végétaux. En surface, dans toute la vallée, on rencontre de la tourbe ou au moins un sol noir très tourbeux. L'épaisseur de tourbe est variable : très mince (20 cm) près du Moulin Poinçon, elle s'épaissirait vers l'aval jusqu'à dépasser 3 m par endroits. En amont aussi, la couche tourbeuse paraît s'épaissir. L'épaisseur totale des alluvions n'est pas connue, pas plus que l'épaisseur maximale de tourbe.

**F.** **Alluvions des vallées sèches.** De nombreuses vallées sèches viennent entailler les plateaux calcaires. Leur fond est recouvert d'un mélange en proportion variable de colluvions des versants et de graviers calcaires plus ou moins roulés, les colluvions dominant en tête des vallons. Seuls les dépôts étendus ont été cartographiés.

**GP. Dépôts cryoclastiques de versant.** Souvent désignés sous le terme d'arènes, ces dépôts se rencontrent au flanc des vallées. Ils sont composés de petits fragments anguleux de la roche encaissante. Les plus fins ont de 2 à 20 mm, les plus gros de 50 à 150 millimètres. Stratifiés obliquement, ils alternent avec des passées argileuses. Près de Druyes (x = 683,000 ; y = 283,875) ces dépôts ont livré des restes d'*Equus* et de *Rangifer tarandus* (Würm).

La fraction argileuse des arènes de cette carrière a été analysée aux rayons X : kaolinite 3/10, illite 4/10, montmorillonite 4/10.

N'ont été cartographiés que les placages reconnus avec certitude, souvent à la faveur de petites exploitations.

**E. Éboulis.** Des éboulis s'accumulent souvent à la base des fortes pentes dans les calcaires, sur les flancs des vallées. Seuls les placages les plus étendus ont été cartographiés.

## TECTONIQUE

Le pendage régional (1 à 2 pour mille) des terrains secondaires vers le Nord-Ouest est ici perturbé dans le détail par un réseau de failles de direction générale N.NE-S.SW intéressant toute la feuille.

Au Sud, entre Druyes et Andryes apparaît un horst de terrains bathoniens, extrémité nord de la structure positive qui se manifeste à l'Ouest du Morvan par les horsts de Saint-Saulge (granitique) et de Decize (permo-triasique).

Ailleurs, le jeu de failles accentue le plongement des couches vers l'Ouest.

**Principaux accidents.** On peut distinguer d'Ouest en Est :

**1 - La faille de Toucy**, orientée N.NE, à regard ouest et à rejet important, qui met en contact Tertiaire et Crétacé dans le coin nord-ouest de la feuille.

**2 - La faille de Perreuse**, subméridienne et de regard ouest, qui met en contact, de Sainte-Colombe (feuille Saint-Fargeau) à Saints, les calcaires jurassiques et les terrains argilo-sableux du Crétacé inférieur, avec des rejets se réduisant de 100 à 40 m du Sud au Nord.

**3 - La faille de Lain-Thury** et celles qui lui sont associées, formant un faisceau de failles en escalier, sensiblement parallèles depuis la Montagne des Alouettes au Sud jusque vers Sementron au Nord. A partir de là, le faisceau devient divergent pour s'étaler ensuite largement sur la feuille Auxerre.

La direction générale du faisceau est N.NE avec un regard ouest, et son rejet global de l'ordre de 100 mètres.

**4 - La faille de Montputois** qui se détache du faisceau précédent à Narleu. Orientée N-S jusqu'à Montputois, elle se dirige ensuite au SW vers Taingy. Elle est de regard ouest, avec rejet allant de 15 à 30 mètres. A noter la présence de deux petits gouffres à proximité de cette faille.

**5 - La faille de Courson.** Contrairement aux précédentes, cette faille, subméridienne, abaisse les terrains situés à l'Est. Elle se suit depuis la forêt de Frétoy au Sud jusque sur la feuille Auxerre où elle va rejoindre la faille du ru de Baulche, en passant par Courson et Merry-Sec. Le rejet est de 40 à 50 m en général, localement plus.

**6 - La faille de Quenne.** De direction N.NE, elle atteint la feuille Courson en son angle nord-est. Dédoublee en deux branches, l'une vient se perdre près de Migé tandis que l'autre se poursuit en direction du S.SW, passant près de Charentenay et venant rejoindre la faille de Courson.

Cette faille est de regard ouest et son rejet varie de 15 à 35 mètres.

**7 - La faille d'Andryes.** C'est le prolongement vers le Nord de la grande faille d'Oisy (feuille Clamecy). De regard est, elle s'incurve vers le NE et traverse la rivière de Druyes en amont d'Andryes où elle met en contact le Vésulien et l'Oxfordien récifal (rejet : 150 m au moins) avec une étroite bande de Bathonien coincée dans l'Oxfordien. Son rejet devient ensuite moins important (40-50 m), mais les brèches tectoniques restent bien développées. Son tracé à travers la forêt de Frétoy est hypothétique. Nous l'avons rattachée à la faille de Fouronnes (rejet 40 à 60 m), accident sinueux de regard est qui va disparaître près de la faille de Quenne au Sud du Val de Mercy.

**8 - La faille de la Maison-Fort.** Près de cette ferme au SE de Fontenailles (commune d'Andryes), on observe le contact anormal de l'oolithe bathonienne avec des niveaux de l'Oxfordien. Masquée ailleurs par le recouvrement, elle paraît de direction NW-SE. De regard nord-est, elle constitue la limite nord du horst bathonien. Son rejet doit varier de 30 à 80 mètres.

**9 - La faille de Fontenailles** (commune d'Andryes). C'est une faille subméridienne, située dans le prolongement de la faille d'Oisy mais de regard inverse (ouest) qui passe à l'Ouest du village de Fontenailles. Le rejet n'est pas très important (30 m au plus) mais elle est accompagnée d'accidents secondaires assez complexes.

*10 - La faille de Mailly-le-Château* (feuille Vermenton) qui se suit depuis près de 60 km avec une direction NE-SW, atteint la feuille Courson près de son angle sud-ouest et s'infléchit alors brusquement en direction du S.SE pour traverser la vallée de l'Yonne en aval de Lucy. Le rejet n'est pas très fort (25 à 50 m environ), mais elle est accompagnée d'une zone broyée importante, large de près de 100 m par endroits.

## HYDROLOGIE

Le réseau hydrographique n'est pas bien dense sur la feuille Courson. Il est partagé en deux bassins versants :

- *le Bassin de l'Yonne*, surtout développé dans les calcaires de l'Oxfordien et du Kimméridgien inférieur. L'Yonne, seule rivière importante, n'intéresse que l'angle sud-est de la feuille ; son débit est régularisé par les retenues établies dans le Morvan. Les grandes sources de Druyes (230 à 350 l/s en général), ainsi que différentes petites sources environnantes alimentent la rivière de Druyes, qui coule jusqu'à Andryes dans une large vallée tourbeuse, puis se jette dans l'Yonne. Ce bassin comporte également différentes vallées sèches et quelques petits rus au cours intermittent.
- *le Bassin du Loing*, développé dans les terrains kimméridgiens, portlandiens ou crétacés, moins perméables que les calcaires du bassin précédent. Les cours d'eau y sont en général permanents. Ce sont essentiellement l'Ouanne, le ruisseau de Fontenoy, intermittent seulement en amont, et le Branlin dont la source semble avoir un rapport avec la faille de Sainte-Colombe.

**Les phénomènes karstiques** : la dissolution avec formation de cavités, gouffres, grottes, réseaux souterrains, est importante dans les grandes masses calcaires allant du Bathonien au Kimméridgien inférieur et semble particulièrement bien développée dans l'Oxfordien récifal (sources de Druyes, gouffre de Villepot).

On rencontre également des gouffres dans la masse des calcaires portlandiens et hauteriviens. Ils semblent être presque toujours liés à des failles.

L'écoulement des eaux souterraines est fortement influencé par ces phénomènes. Des expériences de coloration ont été effectuées en 1902 : de la fluorescéine déversée dans le ru de Courson est réapparue dans les sources de Crisenon et de la Grosse Pierre, dans la vallée de l'Yonne, en amont de Bazarnes. Une autre expérience fut faite à partir de Fontenay-sous-Fouronnes ; la fluorescéine fut signalée aux mêmes sources ainsi qu'à Trucy-sur-Yonne. Une autre coloration fut tentée dans le ruisseau de Genotte en aval de Charentenay ; la fluorescéine réapparut dans la source du Val de Mercy, dans celle de la Vanoise et celle du Creuzot à Escolives, dans la vallée de l'Yonne.

D'autres expériences furent tentées à partir du lit poreux de la source du Petit Banny (au Sud du Defens). La fluorescéine fut signalée dans les puits de Fougilet et des Roches, puis dans différentes sources de la vallée de Druyes : sources de Saint-Romain-du-Bief, des Trois Moulins, de Gulène et de Blin. Ces quatre dernières furent également colorées par le produit déversé dans un béttoire où s'infiltre le ruisseau de la mare de Vellery.

Enfin une tradition rapporte que des balles de céréales jetées dans une mardelle de la ferme des Cassines au Nord de Ouanne auraient été retrouvées à la ferme de Riot (commune de Diges, feuille Auxerre).

Parmi les cavités karstiques connues, citons les plus importantes :

- le gouffre de Villepot, au SW de Courson, dont la profondeur reconnue est de 87,70 m,
- le gouffre de Vauthion, au SW de Leugny, formé d'un entonnoir de 5 m, donnant accès à un puits vertical de 25 mètres.

## HYDROGÉOLOGIE

Deux phénomènes interviennent dans la circulation des eaux souterraines :

- un écoulement en nappes dans les terrains perméables « en petit », comme les sables et les graviers,
- une circulation « en grand » dans les fissures et cavités karstiques des massifs calcaires. Toutefois si le réseau de fissures est très dense, il se constitue aussi une véritable nappe, le karst n'intervenant plus que pour l'alimenter ou la drainer.

**Les alluvions** des cours d'eau permanents. Les alluvions de l'Yonne, surtout constituées de graviers, contiennent une petite nappe aquifère alimentée par les apports des coteaux voisins et sans doute aussi par la rivière. A Lucy et à Coulanges les eaux sont assez dures (29° environ), de minéralisation moyenne ( $\rho$  de 2 150 à 2 300 ohm.cm) parfois ferrugineuses ; ces caractéristiques sont nettement différentes de celles des eaux de l'Yonne, peu minéralisées.

Le « calcin » existant sous les tourbes de la vallée de la Druyes doit aussi être aquifère, ainsi que les alluvions de l'Ouanne là où elles prennent un développement notable.

**La Puisaye** (nous désignons ainsi tout le secteur situé au NW de la feuille sur les terrains argilo-sableux ou sableux du Crétacé inférieur, auxquels nous ajoutons la craie et les marnes cénomaniennes ainsi que le Tertiaire des environs de Fontaines). L'eau s'y trouve en nappes dans les niveaux sableux ainsi que dans la craie. Son niveau n'est pas bien profond en général (5 à 15 m) sauf sur les hauteurs aux environs de Fontaines où certains puits atteignent 30 mètres. Les sources sont nombreuses mais peu abondantes ; elles sont surtout localisées à la base de la craie ou à la base des Sables de la Puisaye, parfois aussi à la base du Barrémien supérieur, plus rarement des Sables verts.

Les eaux de la craie sont de minéralisation moyenne (l'analyse de l'eau d'une source de Fontaines a donné une dureté de 27° et une résistivité de 2 000 ohms.cm environ).

Les eaux de l'Albien sont peu minéralisées en général lorsqu'elles ne sont pas contaminées par des eaux provenant de la craie. Sur la feuille voisine Auxerre, les minéralisations sont très variables : duretés inférieures à 20° en général, pouvant descendre jusqu'à 2° ou même moins, résistivités généralement comprises entre 2 500 et 20 000 ohms.cm. Sur la feuille Courson, à la source des Drillons, la dureté est de l'ordre de 3° pour une résistivité de 9 000 ohms.cm environ.

Les eaux du Barrémien sont de minéralisation irrégulière, parfois forte (surtout lorsqu'elles ont circulé dans le Barrémien inférieur), plus ou moins sulfatées et magnésiennes et même parfois ferrugineuses.

**Les calcaires portlandiens.** Ils constituent avec les terrains hauteriviens qui les surmontent, un réservoir calcaire de 50 m d'épaisseur environ, reposant sur les marnes du Kimméridgien. D'assez nombreux puits atteignent l'eau dans cette masse perméable en grand, où elle semble constituer une nappe assez constante.

Ces puits descendent généralement à des profondeurs de 25 à 35 m sur les hauteurs des environs de Taingy et de Ouanne ainsi qu'au Sud et à l'Est de Saints (Le Defens). Dans les vallées, leur profondeur varie de 5 à 15 m en général.

Cette nappe alimente de nombreuses sources :

- quelques unes, souvent abondantes (plus d'un litre/seconde) sont des émergences de la nappe au niveau du fond des vallées : sources de Leugny, du ru des Arnusses et de Saints, parfois dues à une faille mettant le Portlandien en contact avec des terrains imperméables : source Gondard, source des Dupuits (commune de Saints), vraisemblablement source du Branlin ;
- d'autres, beaucoup plus nombreuses, mais généralement moins abondantes, parfois temporaires, forment une ligne de sources de déversement à la base du Portlandien, au contact des marnes du sommet du « Kimméridgien ».

Les eaux sont moyennement minéralisées, souvent assez dures (de 25 à 37°) et de résistivités comprises entre 1 600 et 2 050 ohms.cm en général.

**Le « Kimméridgien ».** Représenté par une alternance de couches marneuses et de masses calcaires, il constitue le niveau imperméable de base de la nappe du Portlandien mais contient lui-même de petites nappes localisées entre les couches marneuses.

En terrains kimméridgiens, les points d'eau sont nombreux : puits généralement peu profonds (de 5 à 15 m en général, mais quelquefois plus - jusqu'à 40 m - sur les hauteurs) nombreuses sources, temporaires ou permanentes, peu abondantes (moins de un litre par seconde en général).

En dehors de celles qui sont situées au sommet des bancs marneux, de nombreuses sources situées sur le « Kimméridgien » doivent provenir en fait d'eaux déversées de la base du Portlandien dans des formations de pente perméables, et qui viennent sourdre à la base de ces formations (sources d'éboulis).

Par leur minéralisation, ces eaux sont voisines de celles du Portlandien ; assez dures (32 à 36°), de résistivités comprises entre 1 500 et 2 050 ohms.cm.

**La masse des calcaires antérieurs au Kimméridgien.** Les niveaux peu perméables qu'elle contient n'ont pas été suffisamment étanches pour s'opposer au développement du réseau karstique qui semble envahir tous ces calcaires, et particulièrement ceux du « Rauracien ». La tectonique a probablement amorcé et facilité ce processus. Ces couches peu perméables (Marnes de Frangey et de Moutot, niveau de Fougilet, Argovien) retiennent localement des niveaux d'eau suspendus, mais au cours de leur circulation, les eaux empruntent des fissurations vers des cotes plus basses, pour aboutir au groupe des sources de Druyes ou bien à celles de la vallée de l'Yonne (en particulier sur la feuille Vermenton entre Trucy et Bazarnes).

Les marno-calcaires du Bathonien (« Vésulien ») constituent la base du réservoir, mais ils n'affleurent que localement, près d'Andryes, et leur rôle hydrogéologique est négligeable sur la feuille Courson.

Des expériences de coloration effectuées en 1902 ont démontré l'existence de ces circulations, parfois indépendantes des bassins versants de surface (voir cartouche hydrogéologique).

Les vitesses de circulation ont été de 50 à 250 m/h en général.

Les sources sont rares, mais importantes : le groupe des sources principales, à Druyes, débite généralement de 230 à 350 l/s, et peut dépasser 2 m<sup>3</sup>/s en crue. Les eaux s'écoulent à la base de l'Oxfordien récifal, au contact de l'« Argovien ». En aval de Druyes, la source de Gulène, dans le Callovien, débite généralement de 15 à 150 l/s ; celle de Blin, située dans le Bathonien, a aussi un débit important ; d'autres sources existent en bordure de la vallée.

Dans la vallée de l'Yonne, en rive droite, il existe une bonne source à Coulanges, près de l'écluse du canal.

Signalons encore la source des Glonds, en amont de Courson (10 à 30 l/s) due probablement à la faille, et dont les eaux se réinfiltraient en aval du bourg avant qu'elles ne soient captées pour son alimentation.

Enfin deux sources sont issues du Calcaire de Tonnerre, à Charentenay (3 à 10 l/s) et au Val de Mercy.

En dehors des vallées de l'Yonne et de la rivière de Druyes, les puits sont rares et souvent profonds, même dans les vallées sèches.

La plupart des anciens puits captaient des nappes perchées peu abondantes : vers 13 m à Sougères, 20 m à Pesselière, 15 m à Montru près de Druyes, 30 m à la Poterie, 35 m à Ferrière, 20 à 30 m à Villepot, 37 m aux Laurents, 26 m à Fouronnes, 16 à Anus.

Les puits avaient aussi de 25 à 30 m à Courson, 35 m à Ferrière ; mais là ils atteignaient probablement le niveau d'eau principal que les forages modernes vont capter à Laurent (N.S. + 165 env.) et à Festigny (N.S. + 145 m env.), ainsi qu'à Moulery (N.S. + 235 env.).

En général, les eaux de ce secteur sont moyennement minéralisées : duretés de 27 à 30°, résistivités comprises entre 1 800 et 2 300 ohms.cm. Font exception les captages de Fontenay-sous-Fouronnes, avec des eaux plus douces ( $dH^\circ = 23^\circ 6$ , = 2 680 ohms.cm) et de Festigny, où les eaux sont plus dures (35°).

## CULTURES ET VÉGÉTATION

Les céréales (blé et orge) sont abondamment cultivées sur les plateaux calcaires du Jurassique. Sur les pentes accentuées du Kimméridgien supérieur, on cultive la vigne comme à Coulanges-la-Vineuse et Val de Mercy ou Sementron. Mais celle-ci tend à faire place aux vergers, notamment aux cerisaies. Les pentes douces de cet étage admettent les cultures ou les prairies.

Le récif rauracien entaillé de vallées abruptes et parsemé de blocs épars est le domaine de la forêt à part quelques espaces couverts de limons où l'on cultive les céréales.

La Puisaye argilo-sableuse est le domaine des prairies et des bois. Toutefois l'élevage n'est pas très développé car l'humidité est parfois trop forte et la Douve sévit. Aussi commence-t-on à drainer les parties les plus proches de la Forterre, c'est-à-dire le Crétacé inférieur, ce qui permet également la culture du maïs, par exemple, sur les sables argileux du Barrémien supérieur et de l'Albien.

Les Sables de la Puisaye admettent quelques cultures, mais sont le plus souvent couverts de châtaigniers ou de bruyères.

La vallée de Druyes, riche en tourbe, était autrefois inculte et marécageuse, envahie par les roseaux. Elle est maintenant exploitée de façon intensive pour la culture du maïs, entre autres, et l'implantation de peupleraies.

## SUBSTANCES EXPLOITÉES

La principale exploitation de la feuille a été et reste celle du Calcaire de Tonnerre. Celui-ci a fait l'objet de nombreuses extractions en carrières souterraines dont la plupart sont abandonnées aujourd'hui, sauf deux à Charentenay et à Aubigny. On en faisait une bonne pierre de taille très estimée qui a servi à l'édification de nombreux monuments : l'Arc de Triomphe de l'Étoile à Paris, l'Opéra, le Conservatoire des Arts et Métiers. Actuellement elle sert encore à la construction mais dans l'emploi des pierres de parement surtout, et à la sculpture.

Les autres formations calcaires ont toutes plus ou moins servi, d'une part à la construction locale, d'autre part à la confection ou à l'entretien des chemins. Les Calcaires à Spatangues ont été parfois employés dans la construction à cause de leur résistance, ainsi que les lumachelles du Barrémien inférieur. Mais il s'agissait là d'extractions très artisanales.

Les calcaires du Portlandien ont été utilisés longtemps comme moellons, mais cet emploi a disparu au profit de l'empierrement des chemins qui tend lui-même à diminuer de plus en plus. Il ne reste plus que quelques carrières en activité, à Leugny et au Defens. Aux abords de la Puisaye, il a servi parfois à l'amendement des terres sableuses et argileuses. Le Calcaire à Astartes est exploité pour l'empierrement à Lain ; il l'a été pour la construction à Courson-les-Carières, à Fontenailles.

Certains bancs du Calcaire de Bazarnes, très durs, sont exploités à Pesselière, à Chauminet, à Lain. Le récif rauracien a fait l'objet de nombreuses petites carrières dans la région de Coulanges-sur-Yonne, la plupart pour l'empierrement des laies forestières. A Druyes-les-Belles-Fontaines, il a été exploité pour construction et pour empierrement.

Le Bathonien donne de belles pierres de taille. Il est exploité principalement à Andryes.

La craie cénomaniennne a été souvent employée pour amendement.

Les Sables du Barrémien supérieur ont servi dans la confection des ciments et mortiers. Il existait quelques carrières de sable blanc à Vaurobert, à la Bruyère, au Crot de l'Arène, aux Arnusses. Les argiles ont été utilisées dans la confection de poteries assez grossières à Chauminet, aux Beaufumés.

L'Aptien était exploité aux Compères pour la fabrication de poteries.

Les Sables verts n'ont pas été exploités sur la feuille, non plus que les Argiles de Myennes, car ici elles ont une épaisseur assez faible. Plus à l'Ouest, par contre, dans la région de Saint-Sauveur, elles alimentent toutes les fabriques de poteries artisanales. Les Sables de la Puisaye ont été extraits à l'Est et au Sud de Fontaines ; ils sont utilisés pour la viabilité aussi bien que pour la fabrication des bétons.

Les dépôts cryoclastiques de pente dits « arènes » sont fréquemment utilisés pour l'entretien des chemins et des routes. Ils font l'objet d'exploitations actives en amont de Fontenay-sous-Fouronnes, à Val de Mercy, à Migé, à Sougères-en-Puisaye, à Coulanges-sur-Yonne, à Lain, à Thury dans le Bois des Communes, etc..

Les argiles associées aux limons ont été exploitées pour tuilerie aux Barres (au NW de Festigny dans la forêt de Frétoy) près de Fontenailles (au NW d'Andryes) à la Roche (au SE de Fouronnes), à Festigny, et les limons eux-mêmes dans le Bois des Châtaigniers (au Nord de Migé).

#### PETITS OUVRAGES SOUTERRAINS

Huitième n° 5

##### 3 — THURY (x = 671,450, y = 286,200)

Sol	+ 270	Toit	Mur
j7b			+ 257
j7a		+ 257	+ 209,80
j6b2		+ 209,80	+ 168
j6b1		+ 168	

Huitième n° 8

##### 1 001 — COULANGES-SUR-YONNE (x = 690,750, y = 281,080)

Sol	+ 138	Toit	Mur
Tourbe			+ 136,20
Fz		+ 136,20	+ 132,80
j6a-5		+ 132,80	

##### 1 003 — LUCY-SUR-YONNE (x = 691,910, y = 281,290)

Sol	+ 139	Toit	Mur
Fz			+ 131,30
j6a-5		+ 131,30	

TRAVAUX INTÉGRÉS DANS LA NOTICE

**Déterminations paléontologiques :**

- P. ANDREIEFF (B.R.G.M.) : Foraminifères du Jurassique.  
L. BEAUVAIS (Fac. Paris) : Polypiers.  
J.J. CHATEAUNEUF (B.R.G.M.) : Spores, Pollens, Plancton.  
R. DAMOTTE (Fac. Paris) : Ostracodes.  
R. ENAY (Fac. Lyon) : Ammonites.  
B. MARTIN (Fac. Orsay) : Échinides.  
F. MÉGNIEN (B.R.G.M.) : Macrofaune.  
C. MONCIARDINI (B.R.G.M.) : Foraminifères du Crétacé.  
L. GINSBURG, F. POPELIN (Mus. Nat. Hist. Nat.) : Mammifères.  
A. ROLLET (Fac. Besançon) : Brachiopodes.

**Déterminations pétrographiques :**

- C. et F. MÉGNIEN (B.R.G.M.).  
D. GIOT (B.R.G.M.).

**Rédaction de la notice :**

- C. MÉGNIEN, F. MÉGNIEN, M. TURLAND, P. VILLALARD.

TRAVAUX ET AUTEURS CONSULTÉS

- R. ABRARD, G. CORROY, G. COTTEAU, J. HOUDARD, J. LAMBERT, P. LARUE,  
M.Y. LAUCAGNE, A. LEYMERIE, C. MÉGNIEN, F. MÉGNIEN, J.C. MENOT,  
V. RAULIN, C. ROUYER.

**Article concernant la région :**

**Le récif oxfordien de l'Yonne et son environnement sur la feuille Vermontoné par  
C. MÉGNIEN, F. MÉGNIEN, M. TURLAND.**

*Bulletin du B.R.G.M., (1970), (2), section I, n° 3, pp. 83-115, 24 fig.,  
1 pl. photo. Prix de vente : 20 F.*

*En vente au :*

*B.R.G.M.*

*B.P. 6009*

*45018 — Orléans Cedex*