

CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE A 1/50 000

COURTENAY

COURTENAY

La carte géologique à 1/50 000
COURTENAY est recouverte par la coupure
AUXERRE (N° 96)
de la carte géologique de la France à 1/80 000.

Château- Landon	Chéroy	Sens
Montargis	COURTENAY	Joigny
Châtillon- Coligny	Bléneau	Auxerre

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



BRGM

**NOTICE EXPLICATIVE DE LA FEUILLE
COURTENAY A 1/50 000**

par

B. POMEROL

1989

SOMMAIRE

INTRODUCTION	5
HISTOIRE GÉOLOGIQUE	5
DESCRIPTION DES TERRAINS	10
<i>FORMATIONS SECONDAIRES</i>	10
<i>FORMATIONS TERTIAIRES A QUATERNAIRES</i>	17
<i>FORMATIONS SUPERFICIELLES</i>	26
REMARQUES STRUCTURALES	28
OCCUPATION DU SOL	33
<i>SOLS ET VÉGÉTATION</i>	33
RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS	35
<i>HYDROGÉOLOGIE</i>	35
<i>SUBSTANCES MINÉRALES</i>	37
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE	41
<i>ITINÉRAIRES GÉOLOGIQUES</i>	41
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	44
<i>DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES</i>	46
AUTEURS DE LA NOTICE	47

INTRODUCTION

Les feuilles Bléneau et Courtenay se situent, entre les vallées de l'Yonne à l'Est et du Loing à l'Ouest, aux confins du Gâtinais oriental, de la Puisaye et du Sénonais. Cette région, qui correspond approximativement au bassin versant de l'Ouanne, affluent de la rive droite du Loing, présente sur les deux feuilles le même paysage de plateaux crayeux, s'élevant progressivement d'Est en Ouest, recouverts de formations argilo-sableuses à silex.

Compte-tenu de cette unité à la fois morphologique, hydrologique et géologique, il nous a paru préférable d'établir une notice explicative commune pour ces deux feuilles en indiquant, toutefois, les particularités les plus remarquables propres à chaque feuille. Dans le texte, l'appartenance des localités (les principales sont indiquées sur la fig. 1) ou points d'observation cités à la feuille Bléneau [B] ou à la feuille Courtenay [C] sera toujours indiquée entre parenthèses.

Les deux feuilles Bléneau et Courtenay sont situées à la limite des départements du Loiret et de l'Yonne. Elles offrent des paysages semblables : les régions les plus orientales sont couvertes de forêts alors que celles situées au centre et à l'Ouest, où la couverture limono-argileuse est plus importante, sont des régions de cultures. Le réseau hydrographique converge vers la vallée de l'Ouanne dont le cours, orienté N-S sur la feuille Bléneau, devient E-W sur la feuille Courtenay. A l'exception des versants des vallées principales, où les affleurements sont relativement nombreux, les conditions d'observation sont difficiles en raison de l'importance de la couverture végétale. Dans ces conditions, la nature de la formation argilo-sableuse à silex a été, sur les plateaux, précisée par un certain nombre de sondages à la tarière effectués par le BRGM.

HISTOIRE GÉOLOGIQUE SOMMAIRE

Dans la région de Châteaurenard [C], de nombreux sondages pétroliers effectués par la CEP permettent de connaître parfaitement la série sédimentaire crétacée inférieure à jurassique supérieure. Par contre, seul le sondage Châteaurenard 1 (fig. 2) qui a atteint le Trias à 1 767,5 m de profondeur donne une idée précise de la couverture mésozoïque de cette région et permet d'en retracer l'histoire géologique sommaire, histoire qui se rapproche de celle de l'ensemble de la marge sud-est du bassin de Paris.

Les *formations triasiques*, essentiellement détritiques, rattachées au Keuper, reposent sur une surface irrégulière marquée par des failles actives (rencontrées en particulier au toit du Keuper), induisant des variations d'épaisseur importantes dans l'ensemble de la série dont la puissance est supérieure à 300 m.

Au *Lias*, dans l'axe Loire - Loing - Seine, les faciès argileux noirs à ammonites alternent avec des faciès marno-calcaires ou des faciès calcaires bioclastiques, les systèmes de failles subméridiennes paraissant, à cette période, avoir largement contrôlé la sédimentation du Sud du bassin de Paris. L'épaisseur du Lias est d'environ 250 m, la série s'épaississant vers la vallée du Loing.

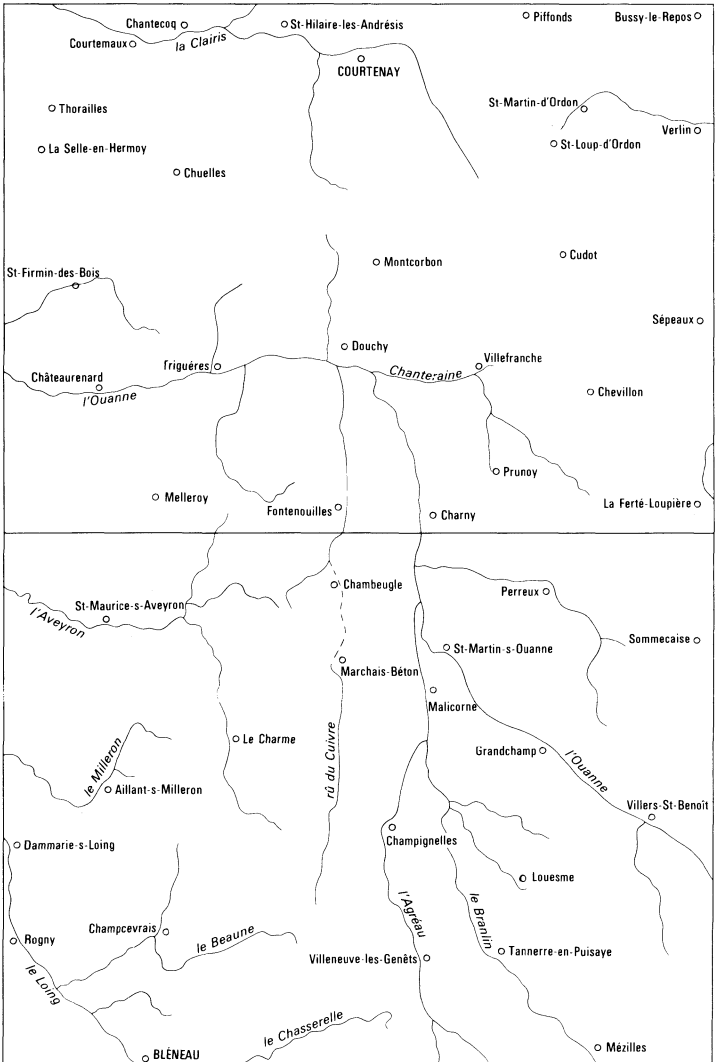


Fig. 1 - Feuilles Bléneau et Courtenay, cadre géographique
Principales localités et réseau hydrographique

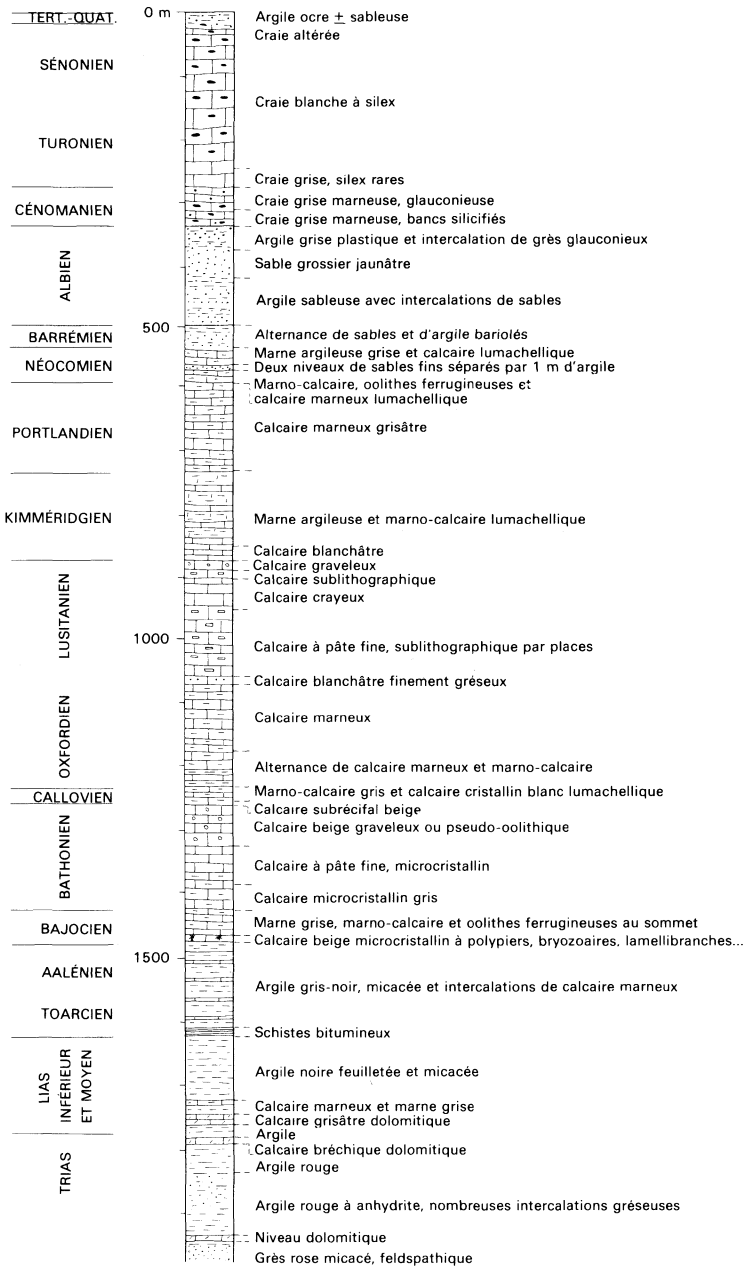


Fig. 2 - Sondage pétrolier Châteaurenard 1

Lithologie sommaire de la série mésozoïque (document CEP)

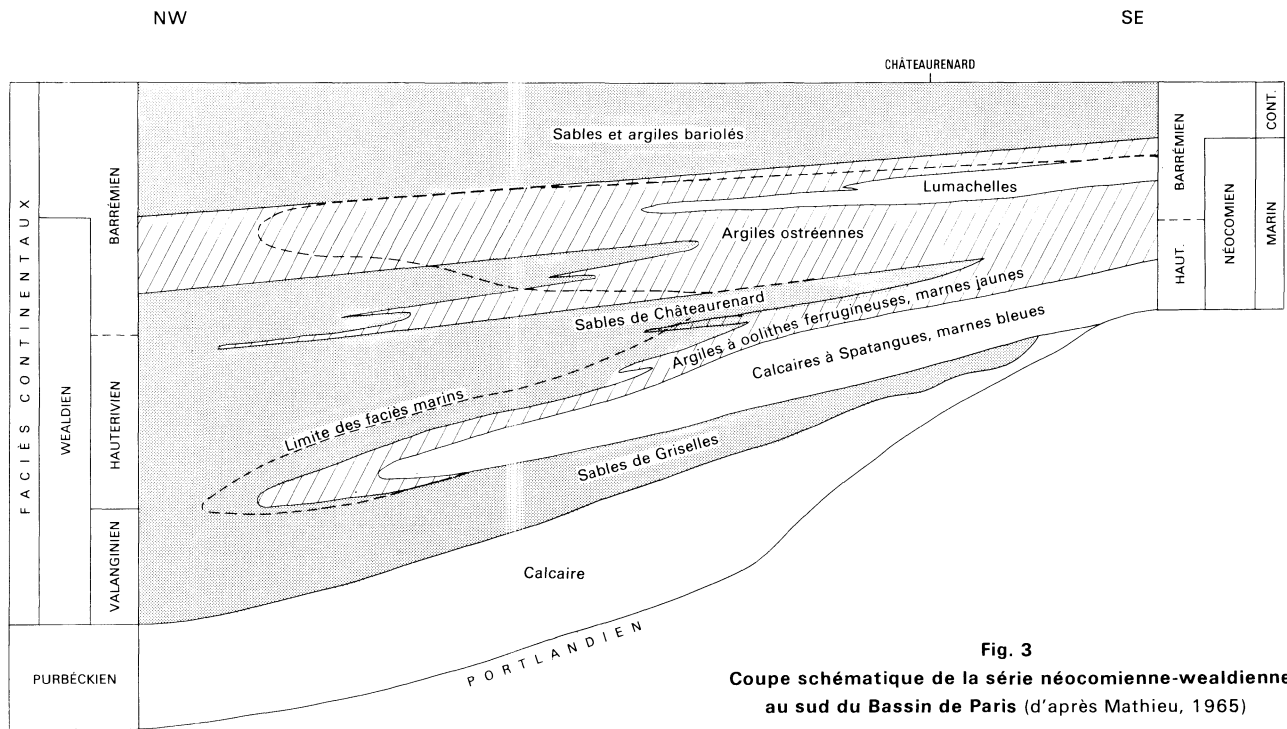


Fig. 3
 Coupe schématique de la série néocomienne-wealdienne
 au sud du Bassin de Paris (d'après Mathieu, 1965)

Le *Jurassique moyen* est représenté par des sédiments essentiellement carbonatés, objectifs majeurs de la recherche pétrolière dans le bassin de Paris. Dans le Gâtinais, la série du Dogger, improductive, est similaire à celle connue à l'affleurement, plus au Sud, dans le Nivernais avec en particulier un niveau d'oolithes ferrugineuses à la limite Bajocien - Bathonien et le développement d'un faciès subrécifal, succédant à un épisode de calcaires graveleux, à la partie supérieure du Bathonien. Le Callovien est calcaire.

Le *Jurassique supérieur*, carbonaté, présente lui aussi des similitudes avec le Jurassique supérieur du Nivernais : absence de faciès marneux oxfordiens, existence d'un ensemble calcaréo-crayeux séquanien (calcaire de Tonnerre) passant au Kimméridgien - Portlandien à une alternance de calcaires coquilliers - calcaires argileux - marnes, enfin sommet de l'ensemble calcaire jurassique supérieur constitué de calcaires beiges plus ou moins argileux, localement dolomitiques.

C'est au *Néocomien* que la région de Châteaurenard [C] présente une originalité toute particulière puisque, dans ce secteur de passage des faciès argilo-sableux continentaux aux faciès calcaréo-marneux marins de la bordure sud-est du bassin de Paris, les sondages pétroliers ont traversé des formations sableuses peu épaisses productives (en liaison avec un piégeage stratigraphique régional). Ces sables - sables de Griselles à la base, continentaux, en affleurements discontinus comblant une topographie creusée par l'érosion post-purbéckienne, d'âge Valanginien supérieur et sables marins de Châteaurenard de l'Hauterivien supérieur - alternent avec des niveaux calcaréo-marneux à oolithes ferrugineuses (fig. 3). L'ensemble, d'une cinquantaine de mètres d'épaisseur, est recouvert par les sables et argiles bariolés du Barrémien continental. Vers l'Est, ces formations sableuses passent latéralement à des argiles au niveau de Saint-Martin-d'Ordon. De même, plus on va vers la vallée de l'Yonne, plus les formations continentales apparaissent tardivement dans le Barrémien.

Le cycle crétacé inférieur se termine avec l'*Aptien - Albien* et l'on retrouve en sondages les mêmes niveaux que ceux, rencontrés à l'affleurement au Puisaye, immédiatement au Sud de la feuille Bléneau. L'Albien supérieur y est sableux (sables de la Puisaye supérieurs ou sables de Frécambault) mais en allant vers l'Est, comme pour le Barrémien sous-jacent, les sables passent à des faciès plus profonds, argileux (argiles du Gault).

Avec la grande transgression du *Crétacé supérieur* la mer recouvre entièrement le Sud du bassin de Paris et la sédimentation crayeuse amorcée au Cénomaniens se poursuit jusqu'au Campanien supérieur. Dans ce domaine situé entre les vallées de l'Yonne et de la Loire, les faciès font la transition, à cette période, entre les dépôts pélagiques profonds de Champagne et du Sénonais et les craies plus néritiques de Touraine, les variations latérales de faciès étant probablement largement contrôlées par le jeu des accidents subméridiens.

Après la régression généralisée à la fin du Campanien, la région a subi, depuis lors, une évolution continentale sans indice au Cénozoïque de nouvelles incursions marines. On connaît encore mal le paysage et les modalités précises de la sédimentation après le retrait de la mer crétacée

mais cette évolution a eu pour conséquence l'altération sous climat chaud et l'érosion des assises crayeuses campaniennes et santoniennes les plus récentes et la formation de complexes résiduels à silex. Postérieurement, des apports détritiques fluviatiles (paléogènes ?) ont recouvert la région dans des chenaux N-S, jalonnant un axe d'épandage Nivernais - Loing (dont on sait qu'il a fonctionné jusqu'au Plio-Quaternaire), sables et galets se sont déposés, affectés ultérieurement par différentes phases de silicifications témoignant de la persistance d'une évolution continentale dont le modelé actuel date du Quaternaire.

DESCRIPTION DES TERRAINS

FORMATIONS SECONDAIRES

Entre Montargis et Sens, la région comprise entre les vallées du Loing et de l'Yonne est occupée par un substratum crayeux créacé supérieur qui, ayant subi sur les plateaux une décalcification intense ou étant recouvert de formations argilo-sableuses à silex, ne reparait que par endroit dans les vallées.

Les terrains créacés supérieurs représentés s'étagent du Turonien (sur la majeure partie de la feuille Bléneau) au Santonien (dans la partie nord de la feuille Courtenay), cette disposition traduisant le dispositif structural général du Sud-Est du bassin de Paris avec un pendage faible des couches vers le Nord-Ouest.

Si, sur la feuille Bléneau, les craies turoniennes n'affleurent que rarement, sur la feuille Courtenay le Coniacien, est, au contraire, bien visible dans plusieurs carrières situées le long de la vallée de l'Ouanne entre Charny [C] et Châteaurenard [C]. En particulier, pour les craies du Coniacien supérieur et celles de la limite Coniacien - Santonien, la région de Courtenay se révèle une zone d'observation exceptionnelle (compte tenu de sa proximité avec la région stratotypique du Sénonien) grâce à ses affleurements complémentaires de ceux de la vallée de l'Yonne.

Biostratigraphie

Comme pour toutes les cartes géologiques à 1/50 000 en pays crayeux, où les affleurements et la macrofaune sont relativement rares, les subdivisions classiques du Crétacé supérieur (basées sur les macrofaunes) sont difficiles à repérer sur les feuilles Bléneau et Courtenay. Les différentes craies ont donc été replacées dans l'échelle biostratigraphique, basée sur les foraminifères benthiques, de C. Monciardini (1980). Dans cette échelle, le Turonien est divisé en trois biozones Ta, Tb et Tc et le Sénonien en onze (de Sa à Sk). Si pour le Turonien il est encore délicat d'assurer une correspondance exacte entre les biozones de foraminifères benthiques et les zones macrofauniques classiques, pour le Sénonien cette correspondance a pu être établie avec l'étude des craies de la région stratotypique (B. Pomerol *et al.*, 1983a), les craies de la région de Courtenay apportant d'ailleurs des précisions supplémentaires sur cette correspondance et sur la position de certaines limites d'étages du Crétacé supérieur (B. Pomerol, 1986).

Rappelons que l'étage Sénonien (de Sens l'antique "Senones", localité de l'Yonne située précisément au milieu de la craie blanche la mieux caractérisée) fut créé par d'Orbigny en 1842, mais qu'à cette époque aucune coupe-type de l'étage ne fut donnée. Dans le Sud-Est de la France, le Sénonien fut ensuite subdivisé en quatre puis trois sous-étages (Coniacien, Santonien et Campanien). Dans le Nord de la France cette subdivision ne fut pas adoptée immédiatement et la craie blanche sénonienne fut d'abord divisée en quatre assises respectivement à *Micraster cortestudinarium*, à *M. coranguinum*, à *Belemnitella quadrata* et à *B. mucronata* (Hébert, 1875) puis dans la région de Sens, en onze zones macrofauniques de F à P (Lambert 1878, 1882 a et b) ; par la suite les corrélations et les biozonations du Sénonien stratotypique et des sous-étages du Sénonien des Charentes établies par de Grossouvre (1901) et Lambert (1903) furent pratiquement admises par tous les auteurs et sont encore utilisées à ce jour. C'est à ce cadre stratigraphique que vint s'ajouter, dans les années 70, la biozotation de C. Monciardini.

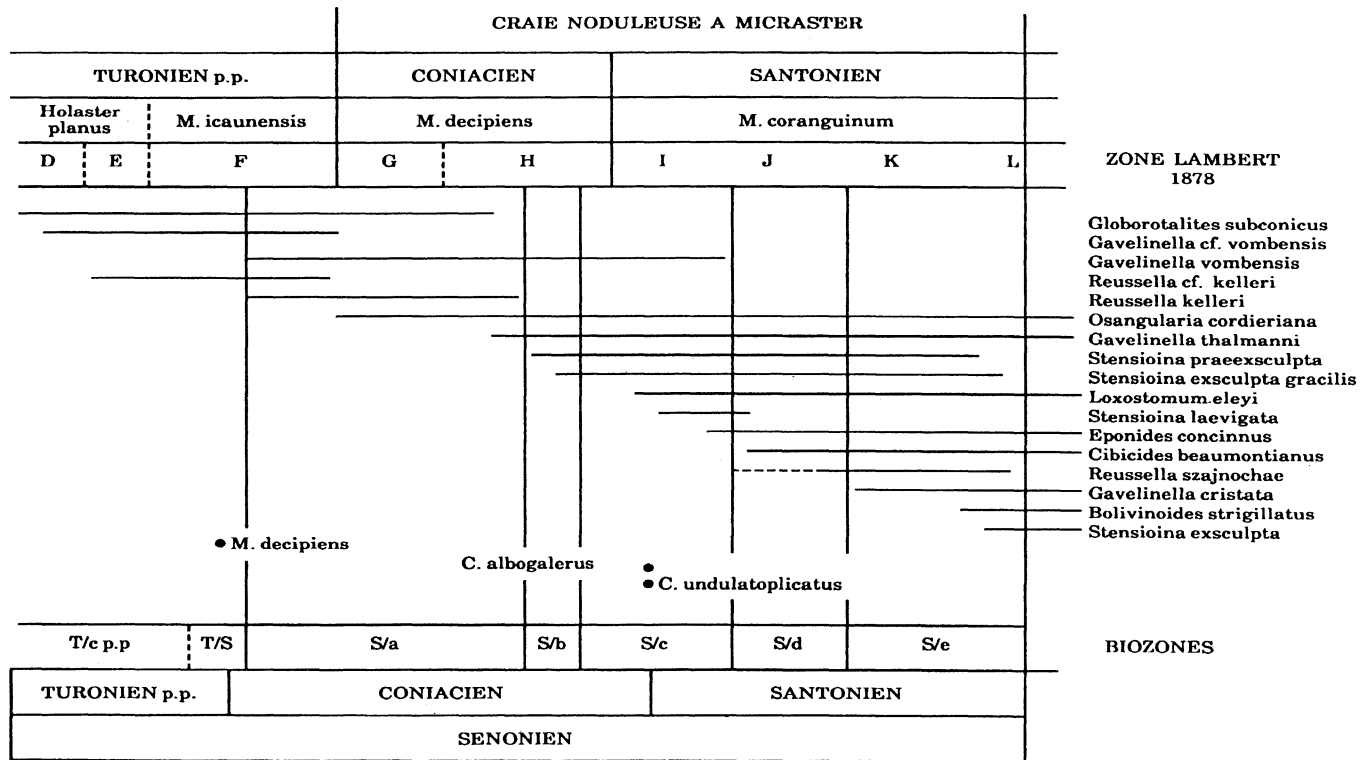
Cependant, de nombreuses divergences subsistaient entre ces différentes zonations (tabl. 1). Elles concernent, en particulier pour le Sénonien inférieur qui affleure largement sur les deux feuilles :

- la position exacte, dans les craies du bassin de Paris, des limites entre les étages Turonien et Coniacien d'une part, Coniacien et Santonien d'autre part ;
- l'équivalence exacte, dans les craies à *Micraster*, entre les biozones de foraminifères benthiques Sa, Sb, Sc, Sd, Se et Sf (assimilées aux étages Coniacien et Santonien) et les zones de macrofaune de Lambert (1878) ;
- le synchronisme entre limite des biozones Sc et Sd et limite Coniacien - Santonien.

Sur les deux derniers points, à la suite de la révision du stratotype du Sénonien, le levé des cartes Bléneau et Courtenay a fourni de précieuses indications : les équivalences entre biozones de microfaune et biozones de macrofaune et le schéma stratigraphique adopté dans les deux feuilles sont indiqués dans le tableau 2. La lithologie plus détaillée des formations crayeuses sera précisée, dans la mesure de nos observations, dans les descriptions des différents étages.

c3. Turonien. En raison du pendage général des assises crétacées supérieures vers le Nord-Ouest, les craies turoniennes apparaissent sur les versants ouest et sud-ouest des vallées du Sud et de l'Est de la feuille Bléneau : Ouanne et ses affluents (le Branlin, l'Agréau et le ruisseau de la Mardelle), Loing et, à l'extrémité sud-est de la feuille Courtenay, le long de la vallée du Vrin. Les affleurements sont rares et la lithologie précise des craies turoniennes (dont la puissance est d'environ 140 m) n'a pu être détaillée.

En l'absence de récoltes des macrofaunes caractéristiques, le Turonien a été subdivisé cartographiquement de bas en haut en trois zones de foraminifères Ta, Tb et Tc dont les limites sont sur ces feuilles difficilement parallélisables avec celles des zones classiques de macrofaune. Les principaux repères microfauniques et les équivalences approximatives avec les subdivisions classiques de l'étage sont les suivantes :



– **Zone Ta.** La partie inférieure du Turonien est marquée par la disparition brutale de marqueurs du Cénomaniens comme *Rotalipora cushmani*. En réalité cette zone (zone à "grosses Globigérines" des auteurs), caractérisée par l'apparition d'espèces telles *Praeglobotruncana aumalensis* ou *P. hagni*, recouvre la zone de passage entre les craies à *Actinocamax plenus* et *Inoceramus labiatus* des anciens auteurs. La limite Cénomaniens – Turonien, telle qu'elle est définie actuellement par l'apparition d'*Inoceramus* gr. *mytiloides* (ex *I. labiatus*) ou des ammonites *Watinoceras coloradoense* et *Mammmites nodosoides*, se situe donc à l'intérieur de cet intervalle. La localité de Dracy (au Nord de la feuille Auxerre, près de Toucy), prise par Hébert (1876) ou Lambert (1882a) comme type de la craie à *A. plenus* de l'Yonne (zone A de Lambert) est située à proximité immédiate de Villiers-Saint-Benoît [B], au Sud-Est de la feuille Bléneau où la craie marneuse sans silex de la partie inférieure du Turonien affleure. La biozone Ta a aussi été interceptée à Mézilles [B] où Hébert signalait déjà la craie à *I. labiatus*.

– **Zone Tb.** Les craies marneuses sans silex de la zone Tb, identiques à celles de la zone Ta, affleurent aussi près de Villiers-Saint-Benoît [B]. Comme la zone Ta (qui ne coïncide pas avec la zone à *I. labiatus*), cette zone ne coïncide pas avec les zones macrofauniques classiques du Turonien moyen du bassin de Paris (zone à *Terebratulina lata*) ou de la région stratotypique de Touraine. Elle est marquée par l'apparition des *Globorotalites* (*G. minutus*, *G. subconicus*) et par la présence de *Praeglobotruncana helvetica*; elle correspond approximativement à la partie moyenne et supérieure de la zone à *I. labiatus* et à la partie inférieure de la zone à *Terebratulina lata*.

– **Zone Tc.** Comme dans tout le Sud-Est du bassin de Paris cette zone a une épaisseur considérable et les craies de la partie supérieure du Turonien forment sur la feuille Bléneau la majeure partie du substratum crayeux entre les vallées du Loing et de l'Ouanne. Elles contiennent des lits de silex et sont visibles le long de la vallée de l'Ouanne entre Villiers-Saint-Benoît [B] et Grandchamp [B], près de Saint-Martin-sur-Ouanne [B] et Champignelles [B] et, le long du Loing, entre Bléneau [B] et Rogny [B]. La zone Tc se distingue de la zone Tb précédente par la disparition de *P. helvetica* et l'apparition de *Marginotruncana coronata-linneiana*. Elle coïncide avec la majeure partie de la zone à *Terebratulina lata* et à l'ensemble de la zone à *Holaster planus* (zone E de Lambert, 1882a).

– **Passage Turonien – Sénonien.** Un renouvellement complet de la microfaune se produit, à la fin du Turonien, avec l'apparition de formes primitives d'espèces (*Gavelinella vombensis* et *Reussella kelleri*) s'épanouissant, par la suite, à la base du Sénonien et qui caractérisent le passage Turonien – Sénonien (biozone T/S). Lithologiquement cette zone de passage est aussi bien marquée par un ensemble de craies sans silex constant dans toute l'Yonne. A l'intérieur de ces craies (zone F de Lambert, 1878), la position exacte de la limite Turonien – Sénonien ou Turonien – Coniacien a fait l'objet de nombreuses controverses. A la suite de la révision de la région stratotypique de Sens (B. Pomerol *et al.*, 1983a), il semble bien que cette limite se marque avant tout par les *Micraster* avec l'apparition d'individus, à la morphologie du test variable, mais typiques par leurs zones interporifères des pétales en relief et appartenant à l'espèce *M. decipiens* (Fouray et Pomerol, 1985). Pour les foraminifères, *R. kelleri* typique (caractéristique de la base du Sénonien) apparaît déjà sporadiquement parmi les formes primitives de l'espèce avec ces premiers *M. decipiens*. Quant à *G. cf vombensis*, elle apparaît encore plus

précocément au sommet de la zone Tc du Turonien supérieur ; seule l'espèce *Gavelinella cf. tourainensis* semble caractéristique du toit du Turonien et, avec l'apparition de *M. decipiens*, marque la limite entre le Turonien et le Coniacien. Si sur les feuilles Bléneau et Courtenay nous n'avons pas rencontré les premiers niveaux à *M. decipiens*, la limite Turonien - Coniacien a été toutefois interceptée près de la Ferté-Loupière [C] où *G. cf. tourainensis* a été trouvée dans des craies compactes sans silex que l'on retrouve aussi près de Charny [C]. Dans ces craies les débris de macrofaunes, inocérames, térébratules, échinides (grands *Sternotaxis planus*) sont fréquents.

c4. Coniacien. Le long de la vallée de l'Ouanne, entre Charny [C] et Châteaurenard [C], de nombreuses carrières permettent d'observer les craies à *Micraster* du Sénonien inférieur et plus particulièrement celles de la zone de passage entre les craies à *M. decipiens* et à *M. coranguinum* (craie de Rosoy et de Maillot de la région de Sens, zones G et H de Lambert, 1878).

Des craies massives sans silex, en bancs métriques, forment la base du Coniacien. Les premiers silex n'apparaissent généralement qu'au-dessus d'un horizon-repère de craies noduleuses à granules phosphatés riche en *Micraster* (*M. decipiens*, *M. gibbus*) et en inocérames (du genre *Cremonceramus*). Cet horizon est bien visible près de Charny [C] au lieu-dit Les Jubliers et sur la rive droite de l'Ouanne entre Douchy [C] et Triguères [C]. La microfaune (*R. kelleri* et *G. vombensis* typiques) est caractéristique de la biozone Sa, base du Coniacien.

La lithostratigraphie et la biostratigraphie de la partie supérieure du Coniacien ont pu être détaillées dans une grande carrière de la rive gauche de l'Ouanne près de Triguères [C], au lieu-dit Les Grands Moreaux. Sur plus de 25 m, on observe là une alternance de bancs de craie blanche, de niveaux marneux et de bancs de silex dont certains, tabulaires, sont particulièrement en évidence. Deux hard grounds dont un est souligné, à la base de la carrière, par un enduit glauconieux et un horizon de nodules à patine glauconieuse, encadrent une dizaine de mètres de craie à niveaux marneux repères caractérisés par l'abondance de débris d'inocérames des genres *Volvicceramus* (*V. ex. gr. involutus*) et *Platyceramus*, qui forment parfois des lits continus. Les *Micraster* sont aussi très fréquents dans ces niveaux, particulièrement dans le hard ground basal. Les individus, toujours de grande taille et au test plus ou moins silicifié, de morphologie très variée (tests aplatis, gibbeux ou renflés), apparaissent comme des formes de transition entre les espèces *decipiens* et *coranguinum* et se rapportent au groupe *turonensis-intermedius*. Au-dessus de ces niveaux à inocérames et échinides (on y trouve aussi quelques *Echinocorys vulgaris*) et où les silex sont cariés, les bancs de silex sont plus régulièrement répartis et certains, presque continus, constituent de bons repères lithostratigraphiques à l'échelle du bassin.

Les niveaux sommitaux de cette carrière sont proches de la limite Coniacien - Santonien que l'on intercepte de l'autre côté de la vallée à proximité de Châteaurenard [C], à l'intérieur de la biozone de foraminifères benthiques Sc (cf. *supra*). Par leur microfaune les craies du sommet du Coniacien appartiennent à la biozone Sb et à la base de Sc. La limite Sb - Sc se situe dans les niveaux à inocérames ; elle est marquée par l'absence des *Reussella kelleri* (qui disparaissent à la limite Sa - Sb)

et par l'apparition, succédant à celle de *Stensioina praeexsculpta*, de *S. exsculpta gracilis*.

L'ensemble du Coniacien a une puissance de 80 m environ. Cet étage se retrouve aussi dans la partie nord-ouest de la feuille Bléneau, sur la rive droite de l'Aveyron, où le niveau à *Micraster* et inocérames est visible dans une petite carrière (Bel-Air près de Saint-Maurice-sur-Aveyron).

cs. Santonien. Les craies santoniennes forment le substratum de toute la partie nord de la feuille Courtenay, depuis la bordure orientale de la feuille aux environs de Verlin [C] et Saint-Martin-d'Ordon [C] jusqu'à la vallée de la Clairis, en bordure occidentale.

D'après les inocérames, entre autres, la base du Santonien ne se situe ni à la limite entre les zones à *M. decipiens* et *M. coranguinum* (Lambert, 1903), ni à la limite entre les biozones de foraminifères Sc et Sd (Monciardini, 1980; B. Pomerol *et al.*, 1983), mais à l'intérieur de la biozone Sc (B. Pomerol, 1986). C'est d'ailleurs la présence de *Cladoceramus undulatoPLICATUS* (le marqueur de la base du Santonien), dans les craies de la biozone Sc de la région de Courtenay, qui a permis de mieux préciser la position de cette limite dans la région stratotypiques de l'Yonne. Près de Châteaurenard [C], la zone de passage est bien visible, sur 7 m, aux Gauffaudières. A la base, des craies à lits de silex réguliers, livrant *M. coranguinum*, se terminent par un banc de silex tabulaire repère. Au-dessus, dans des craies noduleuses sans silex, apparaissent les marqueurs de la base du Santonien : *Cladoceramus undulatoPLICATUS*, *Conulus albogalerus* associés à d'autres espèces (*Cordiceramus* sp., *Micraster coranguinum*, *M. bucaillei*).

Les mêmes niveaux de passage s'observent près de Villefranche-Saint-Phal [C] et de Verlin [C] où curieusement, les silex sont de très grande taille et forment des lits continus visibles dans les carrières du lieu-dit Les Rochers (certains rognons atteignent 50 cm et possèdent une patine fauve sur leur cassure). Les échinides sont là aussi très abondants.

Les niveaux de base du Santonien se situent dans la biozone de foraminifères Sc : ils sont caractérisés par l'apparition de *Stensioina laevigata* (*S. granulata polonica*) puis par celle, vers le sommet de la biozone, d'*Eponides concinnus*.

Sur la feuille Courtenay, les craies les plus récentes se rencontrent dans la vallée de la Clairis à l'extrême Nord-Ouest de la feuille et appartiennent à la base de la biozone Se marquée par l'apparition de *Gavelinella cristata*. Ces craies peuvent être observées dans différentes carrières près de Courtemaux [C] et Saint-Loup-de-Gonois [C]. Elles ont livré des *Echinocorys* sp. dont les tests sont souvent écrasés, *Conulus albogalerus*, des débris d'inocérames et de nombreuses petites éponges.

L'épaisseur du Santonien visible sur la feuille Courtenay est d'environ 60 m.

Craie indurée, castine. A l'Ouest des feuilles Bléneau et Courtenay, les craies turoniennes et sénoniennes sont localement indurées dans leur ensemble et prennent l'aspect d'un calcaire lithographique ou silicifié et certains blocs épars de calcaire silicifié ou de grès-quartzite de la

formation argilo-sableuse à silex sus-jacente pourraient bien provenir de cette induration de la craie.

Ces craies silicifiées sont visibles, sur la feuille Bléneau, le long de la vallée du Loing près de Dammarie [B], près d'Aillant-sur-Milleron [B] et dans la vallée de l'Aveyron à Maurepas [B] ; sur la feuille Courtenay près de Saint-Firmin-des-Bois [C], La Selle-en-Hermoy [C], Chuelles [C] et Saint-Loup-de-Gonnois [C].

Leur répartition et leur formation appellent d'ailleurs quelques remarques. Dans la mesure de nos observations, les caies indurées ne se rencontrent qu'à l'extrême bordure occidentale des deux feuilles, à proximité de la vallée du Loing ou le long de vallons de direction N-S, direction analogue à celle de la vallée du Loing en aval de Rogny [B] : haute vallée de l'Aveyron, vallons de la rive gauche de la Clairis. Or, sur les plateaux avoisinants, on rencontre toujours d'importants placages de cailloutis de silex usés de type "Nemours" et/ou des blocs de poudingue et de grès-quartzite. La présence de formations détritiques siliceuses sus-jacentes semble donc nécessaire à la formation (par percolation d'eaux riches en silice dissoute ?) des craies indurées silicifiées, mais non suffisante car les mêmes formations détritiques sont connues sur l'ensemble des deux feuilles dans des régions où la craie n'est pas silicifiée. Seul l'axe de la vallée du Loing aurait été affecté par ce phénomène dont la liaison avec des accidents tectoniques de direction N-S est aussi manifeste.

FORMATIONS TERTIAIRES A QUATERNAIRES

R_{III}-H. Complexe argilo-sableux à silex. Formations d'épandage et/ou formations tertiaires remaniées. Entre le Loing et l'Yonne, la plus grande partie des plateaux crayeux est recouverte d'une épaisse couverture argilo-sableuse à silex comprenant aussi bien des argiles à silex *s.s.* provenant de la décalcification de la craie sous-jacente que des formations sableuses ou argileuses, plus ou moins riches en silex, localement grésifiées ou conglomératiques. Il est difficile de préciser, en l'absence de tout élément faunistique ou floristique, leur âge exact et, compte tenu de la rareté de leurs affleurements, les rapports avec le substrat crayeux ou d'hypothétiques formations tertiaires en place.

Ce complexe argilo-sableux, qui a alimenté de nombreuses formations de pente et de piedmont, disparaît fréquemment sous une importante couverture limoneuse ou ne subsiste plus qu'à l'état de placages riches en silex de tous genres. Une série de sondages à la tarière a permis, dans certains cas, de mieux préciser la nature exacte de ce complexe dont l'épaisseur peut atteindre, selon les endroits, jusqu'à 20 m.

L'âge de ces formations silico-argileuses et des silicifications associées est très controversé. Il sera discuté ultérieurement ; faute d'indications précises sur les relations entre les différents faciès repérés dans ce complexe d'une part et, d'autre part, entre le complexe lui-même et des formations tertiaires bien datées, sables, argiles, argiles à silex *s.s.*, conglomérats et cailloutis ont été réunis en un même ensemble R_{III}-H.

Sur les feuilles voisines, ces mêmes formations détritiques ont reçu, selon les auteurs, des attributions stratigraphiques variées : le tableau 3 donne l'équivalence probable entre les différentes notations adoptées.

Les différents faciès constituant ce complexe sont les suivants.

1/80 000	1/50 000					
Auxerre	Montargis	Chon Coligny Saint-Fargeau Gien	Chéroy	Bléneau Courtenay	Joigny Sens	Auxerre
e _{3b}	e _{7p}	e-g	R _p	R _{III} -H	H	p
e _{IV}	e ₃	e	e _{3.4}		e _{3.4}	e ₃
¢ 6.7.8			RS		RS	

Château Landon	Chéroy	Sens
Montargis	Courtenay	Joigny
Châtillon Coligny	Bléneau	Auxerre
Gien	Saint-Fargeau	Courson-les-Carières

TABLEAU 3 - EQUIVALENCE DES NOTATIONS

Argiles. Au centre et à l'Ouest des feuilles Bléneau et Courtenay, le substrat crayeux semble être recouvert par des formations argileuses plus ou moins épaisses qui, rarement visibles à l'affleurement, ont été rencontrées dans de nombreux sondages : près de Champcevrains [B], entre Bléneau [B] et Villeneuve-les-Genêts [B], entre les vallées de l'Ouanne et de la Clairis dans le secteur Douchy [C] – Montcorbon [C] – Courtenay [C]. Ces argiles sont plus ou moins plastiques, de couleur beige-gris à ocre en fonction de leur teneur en oxydes de fer. Elles contiennent fréquemment des niveaux de silex à patine blanchâtre à ocre et des blocs et granules de craie indurée.

Sur les versants des vallées principales, où la craie est proche de l'affleurement, des niveaux d'argiles rouges à silex branchus noirâtres apparaissent au contact ou en poche dans la craie. Seules ces argiles peuvent être assimilées aux argiles à silex des auteurs : sur les plateaux, au contraire, elles ne s'intercalent pas obligatoirement entre la craie et le complexe argilo-sableux à silex, le passage entre les deux formations se fait par des niveaux argilo-marneux beiges à gris plus ou moins épais, contenant parfois des *Microcodium*, provenant, comme le témoigne leur microfaune silicifiée remaniée du Crétacé supérieur, de l'altération de la craie.

Sables. A l'inverse de la partie occidentale argileuse, d'importants placages sableux recouvrent les plateaux à l'Est de la vallée de l'Ouanne. Bien que dans ce secteur ils soient parfois visibles à l'affleurement ou rencontrés en sondage, il est cependant difficile de préciser si ces sables sont les témoins de formations sableuses tertiaires (yprésiennes ?) d'extension régionale, car comme c'est le cas le long des vallées principales où ils sont associés à des cailloutis de silex de type "Nemours" dont ils forment la matrice, ils semblent le plus souvent piégés dans des dépressions ou des poches karstiques. Les formations sableuses sont fréquemment silicifiées et donnent naissance à divers types de silicifications : grès, poudingues, le plus souvent disséminées en blocs épars.

La carrière de Tannerre-en-Puisaye [B] offre la meilleure coupe de cet ensemble sableux hétérogène constitué là, sur 6-7 m de hauteur, par différents types de sables entremêlés : sables argileux blanchâtres plus ou moins fins à argiles sableuses de type "pisé", sables grossiers à galets de silex et passées argileuses, sables grossiers ferrugineux. Toujours dans la partie sud-est de la feuille Bléneau, ces sables ont été rencontrés dans des sondages (près de Mézilles et de Malicorne) où des sables argileux blanchâtres de faciès "pisé" sont associés à des niveaux d'argile grise et des cailloutis de silex gris et noirs.

Le long de la vallée de l'Ouanne, ces sables, parfois très grossiers, le plus souvent ferrugineux, de couleur ocre-rouge ou rose, apparaissent (piégés dans des poches karstiques ?) près de Saint-Martin-sur-Ouanne [B], Charny [C], Douchy [C]. Dans ces carrières, ils sont toujours associés à des galets de silex noirs usés de type "Nemours". A l'Est de la feuille Courtenay, les carrières de sables ferrugineux et de galets de silex de Villefranche [C], Chevillon [C] et Cudot [C] jalonnent encore ce même épandage sableux de direction N-S. Entre Saint-Martin-d'Ordon [C] et Verlin [C], au lieu-dit Les Rochers, une très grande carrière entame ces différentes formations détritiques grossières montrant le passage sable argileux de type "pisé" – grès – quartzite et galets de silex de type "Nemours". Enfin, en bordure nord de la feuille près de Piffonds, les sables deviennent plus fins, de couleur jaune. Ils sont couronnés par des

dalles de grès-quartzite ce qui laisse supposer que, plus au Nord, dans la partie orientale de la feuille Cheroy, les sables de Brannay de faciès identique sont le prolongement septentrional des formations sableuses rencontrées sur les feuilles Bléneau et Courtenay.

Matériaux siliceux grossiers. Dans certains cas précis, le passage des sables argileux et argiles à des grès ou des poudingues a pu être observé mais plus généralement le complexe argilo-sableux des plateaux forme la matrice de nombreux éléments siliceux grossiers, le plus souvent à l'état de blocs épars résiduels. Ces éléments peuvent se regrouper en plusieurs types morphologiques, indiqués en légende, et dont la répartition a été esquissée sur les deux feuilles.

● **Silex.** Ils sont toujours abondants, surtout à proximité des vallées où ils peuvent localement former de véritables nappes, suggérant un dépôt de type alluvial. Par leurs degrés d'usure et leurs patines plusieurs types peuvent être distingués.

– **Silex S1.** Silex de couleur beige à grise, sous forme de rognons branchus ou brisés et anguleux, noirs à blancs sur la cassure. Ce sont les plus fréquents et ils sont souvent associés aux niveaux argileux. Ils proviennent probablement de l'altération et du remaniement des assises crayeuses.

– **Silex S2.** Les silex précédents passent graduellement à des silex plus usés, mais toujours anguleux, distincts par leur patine fauve sur la cassure, fréquemment fragmentés en éclats à patine fauve ou entièrement rubéfiés. A ces silex à patine caractéristique on peut associer des petits galets usés à patine blonde ou fauve (d'origine fluviatile ?) et que l'on rencontre beaucoup plus rarement dans tout le Sénonais (sur les feuilles Sens ou Aix-en-Othe par exemple). Ce type de silex forme en particulier, près de Douchy [C], une nappe d'extension limitée en rive droite de l'Ouane.

– **Silex S3.** Silex en rognons branchus, souvent entiers, pouvant atteindre 20 à 30 cm de longueur, à patine extérieure blanchâtre colorée superficiellement en ocre-rouille par des oxydes de fer ; ces silex sont souvent emballés dans une matrice argileuse à argilo-sableuses rougeâtre. L'ensemble est assimilable aux formations résiduelles RS de nombreux auteurs. Sur les feuilles Bléneau et Courtenay, ces formations n'ont pas été distinguées du complexe argilo-sableux R_{III}-H dont elles ne représentent qu'un faciès particulier.

La limite entre les deux formations n'est en effet pas toujours bien marquée, la première dérivant d'ailleurs plus ou moins de la seconde et, en outre, la répartition géographique des silex S3 est très restreinte : on ne les trouve que sur le haut des versants de certaines vallées (Aveyron, Ouane, Clairis) là où la craie est à proximité de l'affleurement et où le complexe argilo-sableux des plateaux a été décapé.

– **Silex S4.** Parfois mélangés aux différents types de silex décrits précédemment, on rencontre dans tout le Gâtinais oriental entre les vallées du Loing et de l'Yonne, des épandages de silex usés à patine caractéristique. Ces silex (de type "Nemours"), identiques aux galets de silex de la partie inférieure du poudingue de Nemours, toujours bien arrondis, de taille très variable, pouvant atteindre jusqu'à 50 cm, ont une surface extérieure très typique de couleur grise à noire, présentant de nombreuses marques de choc en "coup d'ongle". Lorsqu'ils

sont fragmentés, les silex de type "Nemours" ont une surface de cassure à patine ocre à rouille comme peut l'être dans certains cas la surface extérieure. Ces galets proviennent essentiellement du remaniement des silex de la craie mais on rencontre également des galets de grès-quartzite ou formés à partir de conglomérats à silex silicifiés avant d'être remaniés et qui témoignent donc du démantèlement d'une formation à galets de silex ayant subi antérieurement une phase de silicification.

En outre, associés à ces épandages de galets de type "Nemours" on rencontre plus rarement des galets usés, ronds, de plus petite taille (5 cm environ), de couleur noire et à surface extérieure polie ne présentant pas de traces de choc. Ces petits galets s'observent en particulier le long de la vallée du Loing, à Rogny [B], dans le secteur Saint-Martin-sur-Ouanne – Malicorne [B] et près de Triguères [C].

Le long des vallées principales, emballés dans une matrice argilo-sableuse ocre à rose plus ou moins grossière, ces galets de "Nemours" sont fréquents et font parfois l'objet d'une exploitation en carrière. Ils se rencontrent aussi en abondance dans de nombreuses nappes à la surface des plateaux :

– sur la *feuille Bléneau*, aux environs de Champignelles et Louesme (Maisoncellé, La Fourchetterie), au SSE de Marchais-Béton le long du rû du Cuivre, à l'Ouest de Saint-Maurice-sur-Aveyron (l'Epinoi, Rougy) au Nord-Est de Saint-Martin-sur-Ouanne (Les Millois, Les Bonnins) ;

– sur la *feuille Courtenay*, au Sud de Fontenouilles, entre Villefranche et Chevillon, au Sud de Sépeaux, dans le secteur Saint-Hilaire-les-Andrézis – Chantecoq, en bordure occidentale de la feuille au Sud de l'Ouanne et à proximité de Saint-Firmin-des-Bois, La Selle-en-Hermoy et Thorailles, et enfin, à l'Est de la feuille, dans la région de Saint-Martin-d'Ordon et de Cudot.

● **Grès, quartzites, poudingues, brèches, calcaires silicifiés.** Les faciès les plus sableux du complexe argilo-sableux à silex ont souvent subi une silicification secondaire donnant naissance à différents types de formations siliceuses compactes, dures, le plus souvent à l'état résiduel à la surface du plateau.

– Grès, grès-quartzites, quartzites se rencontrent le plus fréquemment à l'Est des feuilles Bléneau et Courtenay en blocs épars parfois alignés en "coulées" : près de Chantecoq [C] ou de Piffonds [C], par exemple. Le degré de cimentation est variable et les différents types cités dans la littérature : grès "lustrés", "grisons" ou "cliquarts", grès de type "Piffonds" ne correspondent qu'à des variations de silicification d'une formation sablo-argileuse hétérogène. Plusieurs carrières permettent de voir le passage sable – grès : près de Saint-Martin-sur-Ouanne [B], Saint-Loup-d'Ordon [C] à l'Ouest de cette localité au lieu-dit les Carrières, Saint-Martin-d'Ordon [C] et la sablière de Chantecoq [C]. La cimentation affecte les zones les plus sableuses (sable pur et sable "pisé") du complexe argilo-sableux donnant des grès plus ou moins grossiers en dalle ou en blocs fragmentés sur place. Postérieurement, par suite d'un accroissement des grains de quartz, les grès issus des formations sableuses les plus pures du complexe argilo-sableux (sables de "Piffonds – Brannay") évoluent vers des grès-quartzites ou des quartzites typiques : grès de type "Piffonds", rencontrés près de cette dernière localité.

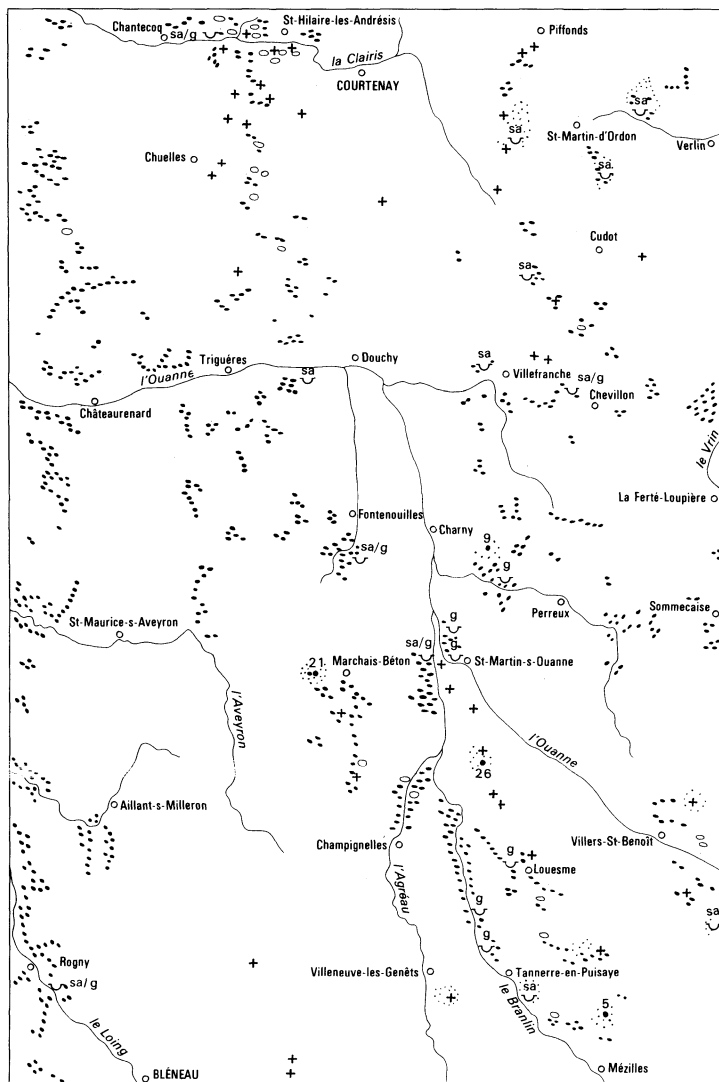
— *Poudingues et brèches*. La silicification a pu affecter les formations à galets de silex de type "Nemours" en donnant des poudingues (identiques au poudingue de Nemours) où les galets usés noirs ou fauves sont cimentés par différents types de grès. Les poudingues peuvent se présenter en blocs de plusieurs mètres cubes, parfois alignés aussi en "coulées" formant localement des amas considérables comme près de Villiers-Saint-Benoît [B] mais surtout, au Nord de la feuille Courtenay, entre Chantecoq [C] et Saint-Hilaire-les-Andresis et à l'Est de Chuelles [C], au lieu-dit la Bissageirie où un ensemble de menhirs est constitué par ces blocs de poudingue. Les poudingues de type "Nemours" sont étroitement associés aux galets de même type mais on trouve également, sur les feuilles Bléneau et Courtenay, des silicifications plus dispersées à silex anguleux ou éclats de silex cimentés dans des brèches à ciment gréseux plus ou moins grossier. Ces brèches, de couleur ocre à rouge, sont surtout visibles au Sud de la feuille Bléneau en rive gauche du rû de Sept-Fonds.

— *Calcaires silicifiés*. La notice de la feuille Auxerre à 1/80 000 signale près de Saint-Martin-sur-Ouanne [B] un lambeau de calcaires lacustres lutétiens, calcaires signalés d'ailleurs ponctuellement par les anciens auteurs dans le Gâtinais ou le Sénonais. Près de Saint-Martin-sur-Ouanne ces blocs à faune lacustre lutétienne n'ont pu être retrouvés, mais par contre sur le plateau au Nord de cette localité on trouve des blocs silicifiés ocres se débitant en plaquettes et qui sont d'ailleurs fréquents sur l'ensemble du territoire couvert par les feuilles Bléneau et Courtenay. Ces blocs silicifiés se révèlent en lame mince être des grès fins à grains de quartz microscopiques plus ou moins usés à ciment microcristallin homogène et trainées d'oxydes de fer. Ils ont une structure identique à certains blocs de grès associés, dans une carrière proche de Saint-Martin-sur-Ouanne, au complexe argilo-sableux R_{III}-H et, de plus, se rencontrent à proximité d'une carrière abandonnée de galets de silex de type "Nemours": ces "calcaires" silicifiés se rapprochent donc plus des silicifications du complexe argilo-sableux à silex que d'hypothétiques formations lacustres lutétiennes silicifiées.

Relations et répartition des différents faciès du complexe argilo-sableux à silex. Déjà évoquées précédemment, les relations entre les différents faciès (argiles, sables, conglomérats) du complexe argilo-sableux à silex sont difficiles à préciser compte tenu du caractère ponctuel des observations. On peut toutefois remarquer que les galets et poudingues de "Nemours" ainsi que les grésifications sont presque toujours associés aux sables grossiers ferrugineux. C'est en tout cas visible dans les carrières de Chantecoq [C] et de Saint-Martin-d'Ordon [C] où la silicification se produit au sommet d'un ensemble sableux, affectant plus particulièrement les sables de type "pisé", les grès-quartzites semblant surmonter les poudingues. Les galets de type "Nemours", quant à eux, apparaissent en poches dans la matrice sableuse ou alors ravinent les sables sous-jacents. Même si pour de Launay *et al.* (1911-1912), la sablière de Chantecoq [C] témoigne que sables, poudingues, galets épars et grès constituent une même formation, il est délicat de préciser davantage les relations sables-galets-poudingues, d'autant que la plupart desaffleurements ne sont probablement que des remplissages de cavités karstiques.

Grès et poudingues ne sont pas les seuls matériaux grossiers alignés en "coulée" comme celle, par exemple, située au Sud de Piffonds [C]. En effet, sur les feuilles Bléneau et Courtenay les placages de cailloutis de silex de "Nemours" apparaissent, conjointement aux blocs de poudingue, alignés suivant différents axes d'épandage de direction N-S, plus ou moins indépendants du réseau hydrographique actuel (fig. 4). Cette disposition particulière des formations détritiques à silex avait déjà été remarquée par de Launay *et al.* (1911-1912), qui écrivaient : "il est curieux de remarquer à quel point tous les gros galets et les poudingues par lesquels elle (la formation détritique) est le mieux caractérisée se localisent le long des deux vallées actuelles du Loing et de l'Yonne". En ajoutant : "on voit assez rapidement les galets roulés disparaître ou se faire très rares à Saint-Hilaire-les-Andresis [C] d'un côté, Bussy-le-Repos [C] de l'autre". De Launay rejoignait nos observations actuelles sur les relations entre la répartition des cailloutis à silex roulés et le réseau hydrographique. En réalité, si globalement pour le Gâtinais oriental et le Sénonais, les observations de de Launay *et al.* se justifient, dans le détail, sur les deux feuilles, trois axes d'épandage principaux se distinguent d'Ouest en Est :

- *axe de la vallée du Loing*, jalonné par de nombreux placages de cailloutis en bordure occidentale des deux feuilles : rive droite du Loing en aval de Rogny [B], vallée du Milleron en aval d'Aillant-sur-Milleron [B], basse vallée de l'Aveyron et les très importantes nappes de cailloutis des environs de Saint-Firmin-des-Bois [C], La Selle-en-Hermoy [C] et de la vallée de la Clairis aux environs de La Selle-sur-le-Bied (localité située sur la feuille Chéroy en limite nord de la feuille Courtenay). Cet axe d'épandage se prolonge d'ailleurs plus au Nord sur cette même feuille Chéroy, jalonné par la coulée de blocs de grès et de poudingues de La Selle-sur-le-Bied – Pers-en-Gâtinais, localité-type de la formation à galets de silex usés de type "Nemours" ou formation de Pers. La silicification de cette formation semble être moins développée sur les feuilles Courtenay et Bléneau mais, par contre, sur cette dernière feuille on peut montrer l'indépendance des axes d'épandage des galets usés et du réseau hydrographique. En effet, entre Bléneau [B] et Rogny [B] le Loing coule du SE vers le NW : on ne trouve pas de galets de type "Nemours" sur ses rives ; ceux-ci n'apparaissent, le long de la vallée du Loing, qu'à Rogny [B] lorsque le cours de la rivière devient N-S, et subsistent au Sud de cette dernière localité où ils sont d'ailleurs exploités dans une grande carrière ;
- *axe Tannerre-en-Puisaye [B] – Chantecoq [C]*. Ce deuxième axe, situé à peu près au centre des deux feuilles est jalonné par de nombreuses carrières exploitant les cailloutis à galets de type "Nemours" ou leur matrice sableuse. Du Sud au Nord, le long de cet axe d'épandage, les galets sont particulièrement abondants près de Tannerre-en-Puisaye [B], Louesme [B], Saint-Martin-sur-Ouanne [B], Marchais-Béton [B], Fontenouilles [C], Triguères [C], Chuelles [C], Chantecoq [C] et Saint-Hilaire-les-Andresis [C] où le cailloutis est, en bordure de la vallée de la Clairis, largement silicifié dans un chaos de blocs de poudingue de "Nemours". Cet axe se prolonge aussi vers le Nord sur la feuille Chéroy ;
- *axe Sommeçaise [B] – Piffonds [C]*. A l'Est des feuilles Bléneau et Courtenay, en s'éloignant de la vallée du Loing, et à l'inverse des affleurements sableux, les silex usés de type "Nemours" sont moins abondants. Les nappes de cailloutis des environs de Sommeçaise [B], La Ferté-Loupière [B], Villefranche [C] et Saint-Martin-d'Ordon, matérialisent



Galets type "Nemours"
 Poudingue
 Grès
 Sables
 Les carrières exploitant ces matériaux ont été indiquées (g) ainsi que les points d'observations
 du faciès sableux : carrières (sa) ou sondages tarière (avec le n° du sondage)

Fig. 4 - Répartition des galets de type "Nemours" et silicifications associées sur les feuilles Bléneau et Courtenay

cependant un axe d'épandage à silicifications locales, se superposant à la zone d'affleurement des sables de Piffonds, et qui se prolonge au Nord sur la feuille Chéroy.

Ferruginisation du complexe argilo-sableux à silex. Le complexe argilo-sableux à silex est fréquemment ferruginisé, le fer se présentant parfois sous forme de traînées diffuses (dans les grès et les quartzites), en grains de limonite (dans les sables) ou plus rarement sous forme de concrétions. La localisation exacte de ces ferruginisations est difficile à préciser, mais localement la teinte rouge à rouille des formations affleurantes souligne la présence du fer. C'est le cas, en particulier, le long de la vallée de l'Aveyron où la coloration rouge très nette des argiles, limons de pente et cailloutis à silex de "Nemours" se retrouve dans la toponymie : Rougy, Le Grand Carrouge... Ce fer a été exploité aux temps préhistoriques et de nombreux tas de scories ou ferriers jalonnent les plateaux du Sud-Est de la feuille Bléneau près de Tannerre-en-Puisaye, Villiers-Saint-Benoît (le Haut Ferrier) ou de Mézilles (le Ferrier Guillou).

Age du complexe argilo-sableux à silex. Aucun élément faunistique ou floristique ne permet d'établir avec certitude l'âge des formations détritiques grossières du Gâtinais oriental ou du Sénonais. L'absence de relations géométriques nettes entre les différents faciès et des formations sous ou sus-jacentes d'âge paléogène certain interdit d'attribuer tout ou partie du complexe argilo-sableux à un étage quelconque de la période paléogène.

Dans le Sud du bassin de Paris, l'âge des formations identiques : poudingue de "Nemours", formation à Chailles, grès lustrés a d'ailleurs été longuement débattu (Gigout, 1977). C'est ainsi que le poudingue de "Nemours" a été considéré dans son ensemble ou pour partie comme Sparnacien, Cuisien ou encore Eocène supérieur (Ludien). Les grès lustrés ont été souvent attribués, par comparaison avec les grès de la région de Provins, au Cuisien mais les grès de Piffonds d'aspect pourtant voisin de celui des grès lustrés, sont cependant considérés comme stampiens par Demarcq (1954) à cause de leur abondance en rutilé. Ce même auteur attribue au Sparnacien les sables de Brannay (prolongement septentrional des sables de Piffonds) et les silex englobés dans ces sables (ce sont des silex noirs usés de type "Nemours") alors que dans la vallée du Loing les mêmes silex et plus généralement les cailloutis à chailles roulées sont considérés comme ludiens. Plus récemment (synthèse géologique du bassin de Paris, 1980), le poudingue de Nemours *p.p.* a été placé dans l'Yprésien, âge assigné sur la feuille Chéroy à la formation de Pers (cailloutis à silex de type "Nemours") ou aux sables de Brannay, alors qu'à l'inverse Gigout (1977), en distinguant deux types d'alluvions dans l'axe Loire - Loing : grossières à la base (poudingue de Nemours), plus fines au sommet (sables et argiles), admet plutôt un âge éocène supérieur pour le poudingue de Nemours et les cailloutis à chailles et silex roulés.

A proximité de la vallée de l'Yonne, sur les cartes Joigny et Sens, les formations grossières (identiques à celles des feuilles Bléneau et Courtenay ou aux "alluvions grossières" de l'axe Nivernais - Loing - Montereau) ont été assimilées à des formations d'épandage et de remaniement (de formations, yprésiennes ?, sous-jacentes) et notées H. C'est cette notation (R_{III}-H) qui a été aussi adoptée pour les feuilles Bléneau et Courtenay, en soulignant encore une fois que les caractéristiques sédimentologiques des niveaux sableux, gréseux ou argileux associés aux

formations d'épandage ne permettent pas non plus de préciser l'âge exact de ces formations.

C'est en définitive plus l'usage que des éléments de datation indiscutables qui a fait attribuer un âge yprésien ou ludien aux formations détritiques grossières du Gâtinais ou du Sénonais. La répartition géographique de ces formations, fortement influencée par la direction N-S, laisse cependant supposer que la tectonique de distension de l'Eocène supérieur – Oligocène, entraînant entre autres la formation du fossé de la Loire et l'installation du drainage Nivernais – Loing – Montereau, a pu jouer un rôle dans la mise en place de ces formations détritiques. De Launay *et al.* (1911-1912) insistaient déjà aussi sur l'importance du remaniement subi par les galets ("sparnaciens" pour ces auteurs) de type "Nemours" dans la région de Montargis ("il reste à examiner le rôle des remaniements pliocènes ou pléistocènes..."). On aborde là un aspect important de ce problème de l'âge des "alluvions" grossières de l'axe Loire – Loing quand on sait que celui-ci a persisté jusqu'au Plio-Quaternaire et que, jusqu'à cette période, des apports détritiques grossiers issus du Massif central ont pu se produire et se superposer ou profondément modifier la répartition d'éventuelles formations antérieures.

FORMATIONS SUPERFICIELLES

Des formations superficielles variées recouvrent le plus souvent le substratum crayeux et sa couverture sablo-argileuse à silex. Elles dérivent pour une part des formations R_{III}-H (il est bien difficile dans ce cas de tracer la limite exacte entre formation en place et formation superficielle issue de celle-ci) ou de la craie, sur les versants de vallée en particulier. Dans les deux cas elles sont toujours très riches en éléments grossiers : silex, grès ou chailles plus ou moins fragmentés.

C. Colluvions de pente. La surface du plateau est entaillée par de nombreuses vallées, sèches ou non, aux versants plus ou moins abrupts. Sur les versants sud-ouest, la craie et parfois visible à l'affleurement mais le plus souvent se trouve masquée par différentes colluvions issues de la craie sous-jacentes et/ou du complexe argilo-sableux à silex. Suivant le substrat qu'elles recouvrent les colluvions ont été plus ou moins arbitrairement divisées en deux ensembles.

C/c4. Colluvions sur substrat crayeux. Sous cette notation ont été regroupées des colluvions de pentes crayeuses ou de versants de vallées d'origine double : craie sous-jacente et formations d'épandage de plateaux, comme en témoigne leur composition. Matériaux provenant de l'altération de la craie : granules crayeux, blocs de craie, brèches crayeuses, calcrètes, silex de la craie fragmentés, sont intimement mélangés à une matrice limono-argileuse de couleur rougeâtre. Les silex issus du complexe des plateaux y sont aussi toujours abondants et certaines accumulations de silex de type "Nemours", exploitées sur les versants des vallées principales, pourraient très bien se rapporter à ces formations colluviales. L'épaisseur de ces colluvions est variable. Elle peut excéder dans certains cas 1 m. Elles sont bien développées sur les versants sud-ouest et ouest de la vallée de l'Ouanne où, en bas de versant, elles passent insensiblement aux complexes K.

C/R_{III}-H. Colluvions sur complexe argilo-sableux à silex. Dans la partie amont des vallées où le profil est moins nettement dissymétrique, on passe insensiblement des formations argilo-sableuses à silex aux colluvions alimentées par ces formations, qui se distinguent essentiellement des précédentes par leur charge en silex et leur composition très voisine des formations dont elles sont issues.

LE. Limons de pente. Les vallées ou vallons orientés N-S à NW-SE ont des profils dissymétriques typiques en pays crayeux. Les pentes douces exposées à l'ENE sont alors recouvertes d'une épaisse couverture limono-argileuse mise en place par ruissellement et colluvionnement. Ces limons, issus essentiellement des formations limoneuses des plateaux ou du complexe argilo-sableux à silex, peuvent être localement très développés. C'est le cas dans le Sud-Est de la feuille Bléneau en rive gauche de l'Ouanne et de ses affluents. Les limons de versants se distinguent des colluvions issues des formations R_{III}-H par leur couleur brun à brun-rouge, leur richesse en argile et leur charge en silex toujours très faible mais indiquée sur les cartes lorsque ces derniers sont présents (LE5).

LP. Couverture limono-argileuse. Les plateaux entre Loing et Yonne sont souvent recouverts par des formations complexes limoneuses formées de matériaux fins à intercalations de cailloutis de silex. L'épaisseur de ces formations est variable ; comprise entre 1 et 2 m, elle est toutefois supérieure à 4 m dans certains sondages : c'est le cas en particulier dans le Sud de la feuille Bléneau, dans tout le secteur compris entre les vallées du Loing et de l'Agréau ainsi que, sur la feuille Courtenay, sur le plateau entre les vallées de l'Ouanne et de la Clairis entre Douchy [C] et Courtenay [C].

La plupart des limons comprennent à la base une accumulation d'éclats de silex ou de grès plus ou moins rubéfiés et des concrétions ferromanganifères qui dans certains cas, en zones basses hydromorphes, sont cimentées. Limoneux en surface, ces complexes deviennent plus argileux à leur base pour passer à des formations argilo-limoneuses très peu perméables donnant dans toute la moitié est des feuilles Bléneau et Courtenay un paysage d'étangs et de forêts. A l'Ouest, où le complexe argilo-sableux à silex semble moins épais, les limons passent indistinctement, au contact de la craie, aux argiles brun-rouge à silex et contiennent des silex brisés à patine blanchâtre. Superposés aux niveaux sableux du complexe R_{III}-H, les limons deviennent eux-mêmes plus sableux et ont été ponctuellement indiqués sur les cartes (LP1) dans les environs de Piffonds [C] – Saint-Martin d'Ordon [C] – Cudot [C] et Champignelles [B] – Le Charme [B].

CF. Colluvions polygéniques de fond de vallons ou de vallées sèches. En bas de pentes les limons et les colluvions passent insensiblement aux colluvions de remplissage de fond de vallons dont la nature dépend essentiellement de leur alimentation. Elles sont le plus souvent argileuses et contiennent de nombreux éléments issus de la craie et différents types de silex provenant du complexe des plateaux qui, dans certains fonds de vallons ou ravins, sont particulièrement abondants, suggérant une érosion récente d'origine néotectonique. En aval des vallées, les colluvions CF passent aux alluvions Fz ou aux complexes K de bas de versants.

P. Formations de piedmont. Peu différentes dans leur composition de certains épandages de silex de fond de vallons, sous le symbole P ont été regroupées des formations riches en silex, situées en bas de versants, facilement identifiables des limons de pente ou des colluvions qui les entourent. Ces formations à silex sont toujours localisées sur des replats dominant d'une dizaine à une vingtaine de mètres le fond des vallées actuelles, nettement en contrebas des formations de plateaux à silex dont elles se rapprochent par leur nature : silex plus ou moins émoussés à cortex blanchâtre, silex noirs usés, éclats de silex fauves ou rubéfiés. Le problème de leur origine reste posé : épandage de glacis au pied des reliefs ou témoins de terrasses alluviales ? Ces niveaux sont en tous cas fréquents dans le Sud-Est de la feuille Bléneau sur les versants est à nord-est de l'Ouanne et de ses affluents le Branlin et l'Agréau.

K. Complexe de fond de vallée. Sur les versants sud et ouest de la vallée de l'Ouanne les alluvions Fz et Fy (?) sont souvent masquées ou passent aux colluvions de versants par des niveaux de transition K. Ces complexes, d'épaisseur mal connue, sont constitués d'éléments divers, silex plus ou moins usés et fragmentés de tous types, éléments plus fins (granules crayeux, sables), et d'une matrice argilo-limoneuse.

Fy. Alluvions anciennes. On rencontre très localement, à une dizaine de mètres environ au-dessus du niveau actuel de l'Ouanne, des niveaux riches en silex de type "Nemours" distincts des épandages de plateaux à silex de même type. Ces niveaux, de quelques km² seulement, à proximité de Saint-Martin-sur-Ouanne [B], Charny [C] et Châteaurenard [C] et qui se rapprochent des formations CF, K ou des colluvions de versants, ont été essentiellement distinguées par des critères géomorphologiques.

Fz. Alluvions récentes. Les alluvions actuelles occupent le fond des vallées du Loing et de l'Ouanne. Elles sont plus réduites dans les vallées affluentes ou elles passent en amont aux colluvions de fond de vallons. La vallée de l'Ouanne est occupée par des alluvions argileuses à éléments crayeux fins et silex ; celles du Loing sont par contre plus sableuses. D'épaisseur moyenne assez réduite (5 m environ), tourbeuses lorsque les rivières divagent dans leurs plaines alluviales (l'Ouanne près de Châteaurenard [C] en particulier) elles passent graduellement en bas de versants aux formations K.

REMARQUES STRUCTURALES

Au Nord des plateaux du Nivernais, le cadre structural de la Puisaye, du Gâtinais et du Sénonais est dominé par deux traits majeurs :

- un pendage général des assises mésozoïques vers le Nord-Ouest ;
- une tectonique cassante de direction N-S se rattachant aux grands systèmes de failles subméridiennes du fossé de la Loire et de la bordure septentrionale du Morvan (système faillé Saint-Saulge – Clamecy, failles de la bordure occidentale du Morvan).

Le système du fossé de la Loire se prolonge vers le Nord par le réseau de failles de la vallées du Loing (faille de Montargis, faille de Nogent-la-Bussière), le système Saint-Saulge – Clamecy par les failles de Toucy et de la vallée de l'Yonne et les accidents de la bordure occidentale du

Morvan par la faille d'Arces – Saint-Martin-de-Bossenay. Entre les accidents de la vallée du Loing et ceux de la vallée de l'Yonne, les régions de Bléneau et Courtenay subissent l'influence de cette tectonique et de nombreux accidents verticaux subméridiens, de rejets variables, à compartiment ouest surélevé, peuvent y être mis en évidence par :

– l'analyse du réseau hydrographique qui présente différentes orientations, généralement liées à la fracturation, donnant une image du réseau de fractures ;

– de nombreux sondages profonds et profils sismiques effectués dans le champ pétrolifère de Châteaurenard – Courtenay ;

– une biozonation détaillée des assises crétacées supérieures (au niveau de la limite entre les zones de foraminifères benthiques Sb et Sc en particulier) permettant de mettre en évidence dans la couverture crayeuse des rejets supérieurs à une vingtaine de mètres.

Entre Châteaurenard [C] et Sépeaux [C], une coupe transversale E-W (fig. 5), parallèle à la vallée de l'Ouanne, précise la position de ces accidents N-S et leur influence sur les assises crayeuses. Cette coupe permet de confirmer une nouvelle fois (comme sur les cartes Estissac ou Aix-en-Othe par exemple) que les accidents mis en évidence par une biozonation précise de la craie sont le reflet en surface d'accidents plus profonds qu'ils prolongent, accidents clairement mis en évidence par différentes cartes d'isochrones ou d'isobathes d'horizons sismiques repères du mésozoïque : toit du Néocomien (fig. 6), toit du Kimméridgien, toit du Lias.

D'Ouest en Est les principaux accidents sont les suivants (fig. 7) :

● *Faille de Thorailles* : en bordure occidentale des deux feuilles, son tracé est parallèle dans les quarts nord-ouest des feuilles Bléneau et Courtenay à la courbe de niveau 150 m (fig. 7), cette influence sur la topographie traduisant peut-être un rejeu néotectonique, caractéristique probablement constante pour tous les accidents N-S. Plus au Sud, à partir de Rogny [B], le cours du Loing, devenant N-S, est certainement déterminé par cet accident.

● *Faille de Châteaurenard* : sensible au niveau du Kimméridgien, elle affecte toute la couverture sédimentaire crétacée, se marquant en particulier dans les craies coniaciennes par un net décalage de la limite Sb/Sc entre Châteaurenard [C] et Triguères [C]. Au Sud de ces localités de nombreux vallons orientés N-S jalonnent son tracé de Melleroy [C] à Saint-Maurice-sur-Aveyron [B] et Aillant-sur-Milleron [B].

● *Faille de Chuelles – Triguères* : elle est aussi bien marquée dans toutes les cartes sismiques des horizons-repères du Lias, du Kimméridgien et du Néocomien (fig. 6). Elle se traduit dans la craie par un rejet important avec compartiment ouest relevé comme en témoigne :

– au Nord de Triguères [C], la présence de craies santoniennes (biozone Sd) dans le compartiment est affaissé ;

– dans la vallée de l'Aveyron, près de Fontainejean [B], par la présence de craies coniaciennes à l'Est de l'accident et de craies de la limite Turonien – Sénonien à l'Ouest.

Cette faille se prolonge probablement au Sud de la feuille Bléneau, déterminant l'orientation nord de nombreux vallons entre les vallées de l'Aveyron et du Milleron et le tracé en baïonnette du ruisseau le Beaune (affluent de la rive droite du Loing au sud de Champcevrains [B] (fig. 1)).

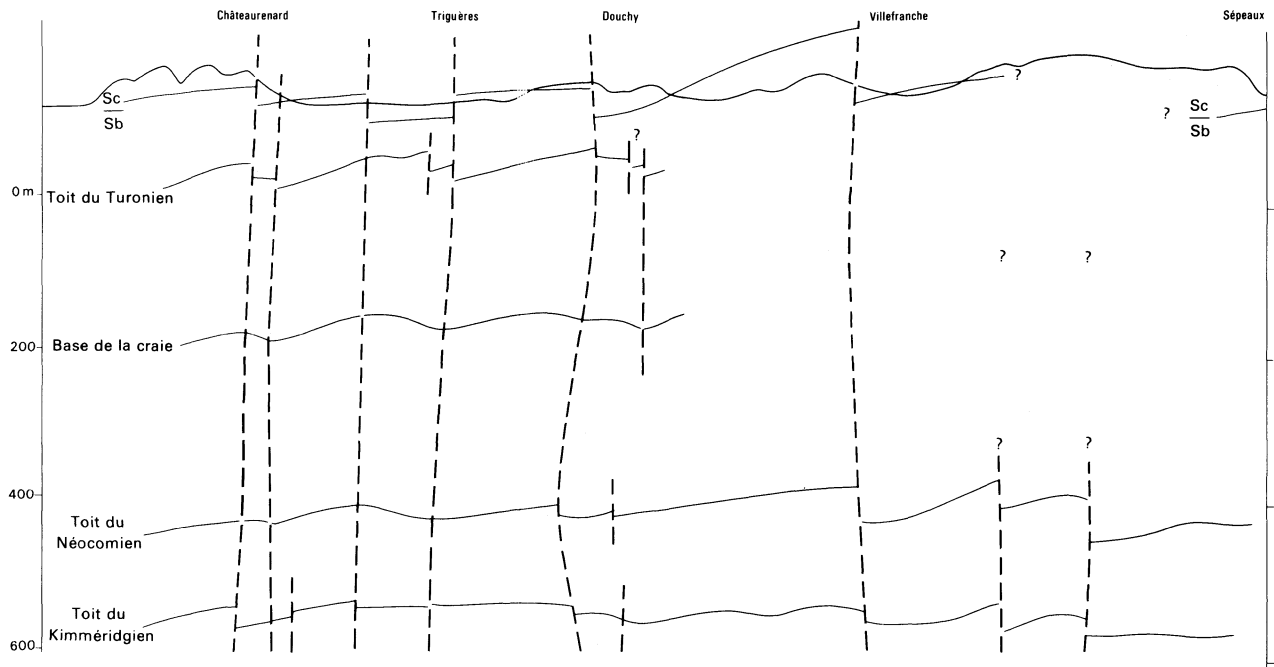


Fig. 5 - Coupe transversale de la couverture mésozoïque des feuilles Bléneau et Courtenay indiquant les principales failles subméridiennes repérées aux niveaux d'horizons sismiques : toit du Turonien, base de la Craie, toit du Néocomien et toit du Kimméridgien (selon le profil sismique C 107-coupe CD, Fig. 6-et les documents CEP) et au niveau du Sénonien (position de la limite entre les biozones Sb et Sc d'après la biozonation détaillée des craies de surface le long du profil AB-Fig. 6- parallèle à la vallée de l'Ouanne).

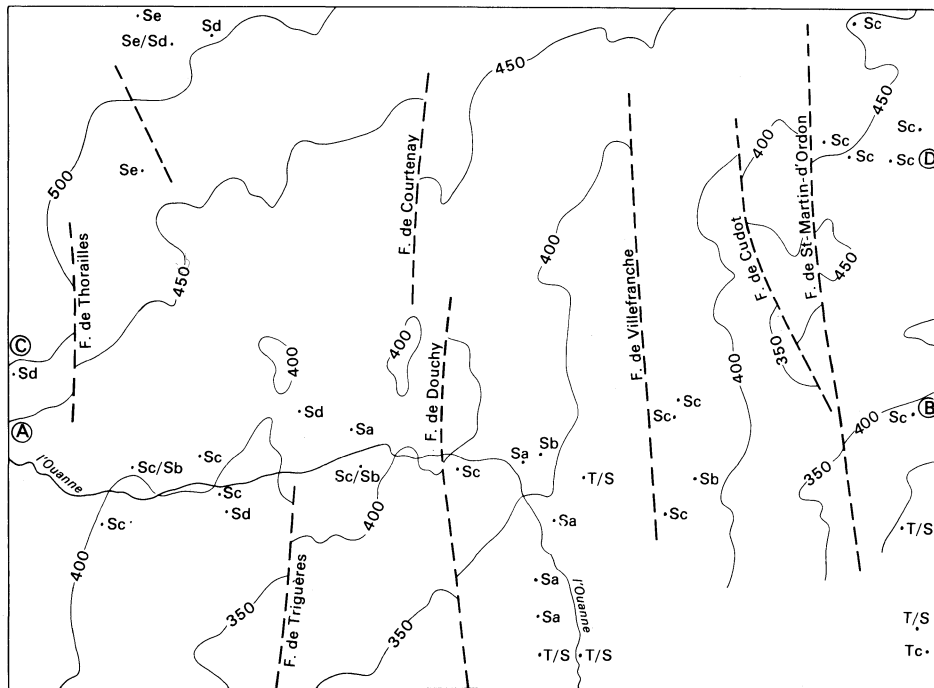


Fig. 6 - Isobathes du toit du Néocomien sur la feuille Courtenay et position des principales failles (d'après des documents CEP); biozonation des affleurements crayeux

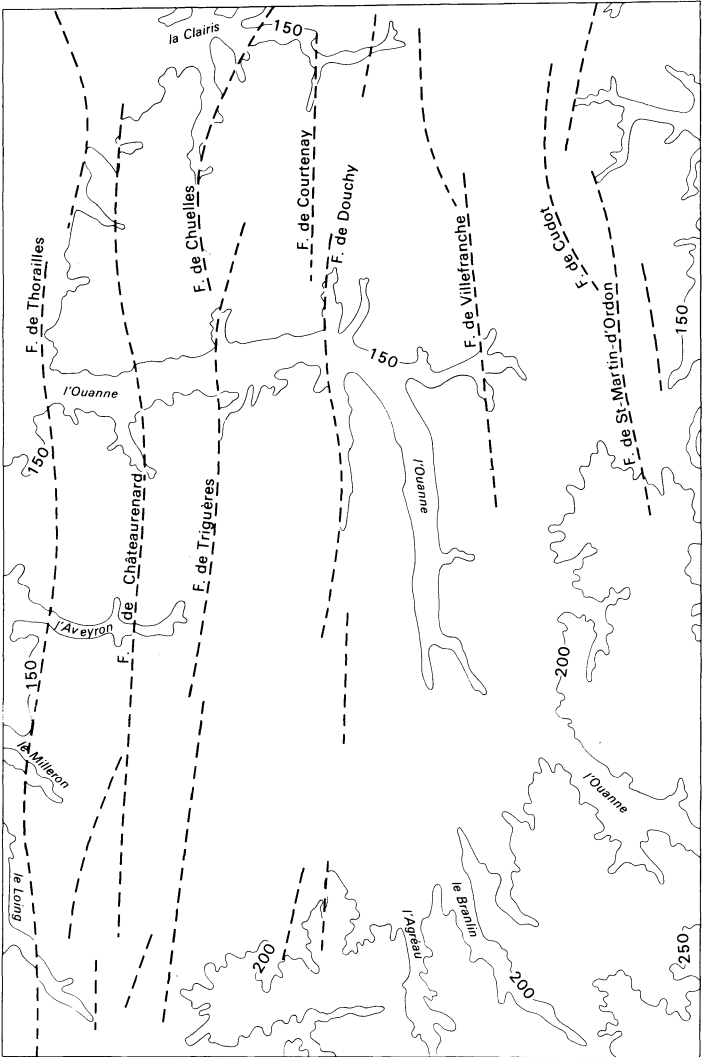


Fig. 7 - Tracé probable des principales failles profondes et de surface affectant la série sédimentaire des feuilles Bléneau et Courtenay ; liaison avec la morphologie générale indiquée par quelques courbes de niveau (comparer aussi avec la Fig. 1)

● *Faille de Courtenay – Douchy* : comme les précédentes, elle se traduit aussi bien au niveau des horizons sismiques repères qu'au niveau des craies coniaciennes par un rejet important. De Courtenay [C] au Nord, où la Clairis a un tracé en baïonnette, jusqu'à la limite sud de la feuille Bléneau le tracé de cette faille est souligné par de nombreux affluents de la Clairis ou de l'Ouanne (fig. 1 et 7), en particulier par le rû du Cuivre qui, de Douchy [C] aux environs de Champignelles [B], a un cours parfaitement méridien. Entre Douchy [C] et Saint-Martin-sur-Ouanne [B], l'Ouanne coulerait du Sud vers le Nord dans le compartiment est affaissé de la faille.

● *Failles de Villefranche, Cudot et Saint-Martin-d'Ordon* : ces failles apparaissent comme des accidents structuraux majeurs de la bordure orientale des deux feuilles, en tous cas au niveau du Kimméridgien et du Néocomien. Dans la couverture crétacée supérieure, faute de données, il est plus difficile d'en préciser l'influence. Dans les environs de Villefranche [C] toutefois, la faille de Villefranche, à compartiment ouest relevé, met en contact des craies de la limite Turonien/Sénonien à l'Ouest et des craies de la limite Coniacien/Santonien à l'Est. De même, à l'Est des failles de Cudot et de Saint-Martin-d'Ordon, aux environs de Verlin [C] et de Sépeaux [C], les craies du Santonien affleurent dans le compartiment est affaissé. Ces deux dernières failles se prolongent d'ailleurs sur la feuille Chéroy où elles se repèrent aussi bien en surface, au niveau de la craie, qu'en sismique profonde.

Ce dispositif de failles méridiennes ne semble pas cependant le seul trait structural important du secteur compris entre les vallées du Loing et de l'Yonne. En effet, les cartes sismiques au niveau du Liás, du Kimméridgien ou du Néocomien (fig. 5) montrent l'existence, dans le secteur Châteaurenard [C] – Courtenay [C], d'une série de dômes anticlinaux, limités à l'Est par les failles N-S, s'alignant suivant une direction E-W à WSW-ENE, certaines des failles méridiennes disparaissant d'ailleurs ou s'ennoyant au niveau de cette zone haute E-W. Cette dernière direction est aussi soulignée par le tracé de certains cours d'eau (fig. 1). Ainsi l'Ouanne, dont le cours, NW-SE dans l'extrémité sud-est de la feuille Bléneau puis ensuite N-S dans la partie nord de cette même carte, devient brusquement E-W au Nord de Charny [C], soulignant parfaitement les grandes directions structurales de cette région. L'Ouanne longe ensuite apparemment cette zone haute dans une sorte de gouttière synclinale E-W que l'on peut repérer d'ailleurs dans la craie dans le secteur Triguères [C] – Châteaurenard [C], gouttière se prolongeant plus à l'Est par le synclinal de Villefranche mis en évidence au niveau des sables néocomiens par les forages pétroliers.

OCCUPATION DU SOL

SOLS ET VEGETATION

Trois groupes de facteurs fortement liés, exercent leur influence sur la végétation.

Les facteurs climatiques ont une action directe sur la flore et la végétation mais aussi une action indirecte par l'intermédiaire de la pédogenèse. Les feuilles Bléneau et Courtenay se trouvent dans le domaine phytogéographique atlantique mais les influences médio-européennes et méridionales y sont sensibles.

Les facteurs édaphiques conditionnent le sol, en partie déterminé par les caractères du substrat géologique. A cet égard, l'opposition est nette entre les versants crayeux des vallées principales et les plateaux et les versants où le complexe argilo-sableux à silex et les colluvions issues de celui-ci affleurent largement. Dans le premier cas se développent sur la craie des sols de type rendzine alors que les formations à silex et les limons portent des sols lessivés plus ou moins hydromorphes.

Les facteurs biotiques précisent l'influence humaine qui peut être prépondérante car, en fonction de ces actions anthropiques, la végétation se trouve à un certain stade d'une série évolutive allant du sol nu à la forêt.

Versants crayeux

Localisés aux pentes les plus marquées des vallées principales (Loing, Ouanne et ses affluents, Clairis, Vrin), les sols sur craie en place ou gélifractée déterminent une série de végétation calcicole à caractère xérophile atténué par la présence fréquente, sur ces versants, de colluvions argileuses à silex, issues du complexe argilo-sableux des plateaux. Les pelouses typiques sur pentes calcaires exposées à l'Ouest ou au Sud sont peu fréquentes et sur ces versants se développent plutôt des taillis à églantiers (*Juniperus communis*), faux merisiers (*Prunus mahaleb*), fusains (*Evonymus europaeus*), ligneux abondants sur sols calciques : *Clematis vitalba*, *Viburnum lantana* passant à des bois calcicoles à chênes pubescents (*Quercus pubescens*).

Plateaux

Les formations argilo-sableuses des plateaux, hétérogènes, passant aux formations superficielles limoneuses, donnent des sols variés en fonction de leur gradient hydrique lié au drainage et de leur acidité plus ou moins calcicole selon la proximité de la craie. Sur les sols argileux (argile à silex, limons argileux), couverts d'étangs, de prairies et de forêts, la végétation forestière dominante est la chênaie-charmaie à chênes pédonculés (*Quercus pedunculata*) et charme (*Carpinus betulus*) avec, dans les zones plus humides, le tremble (*Populus tremula*).

Sur les sols plus acides liés aux faciès sableux du complexe des plateaux, les forêts précédentes font place à une chênaie sessiflore à bouleaux (*Betulus verucosa*), chênes sessiflores (*Quercus sessiflora*), châtaigniers ou hêtres épars, fougères, bruyère (*Calluna vulgaris*). En lisière des forêts ou sur les versants, une végétation silicole à genêts (*Sarothamnus scoparius*) souligne les épandages de galets de silex de type Nemours.

Toutes les forêts précédemment décrites sont fréquemment enrésinées ou ont été défrichées et remplacées par des prairies. Les régions où la couverture limoneuse est importante sont intensément cultivées, alors que les alluvions de la vallée de l'Ouanne et des affluents comportent une végétation classique de la série du bord des eaux : aulnaie-peupleraie et prairies.

RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS

HYDROGÉOLOGIE

Dans les régions de Bléneau et de Courtenay, on trouve essentiellement trois aquifères :

- les formations argilo-sableuses à silex tertiaires à quaternaires ;
- les formations crayeuses du Sénonien et du Turonien ;
- les formations sableuses crétacées inférieures.

Nappe des formations tertiaires

Ces formations, généralement imperméables, sont un frein aux infiltrations des eaux de surface mais en fonction de leur lithologie elles peuvent néanmoins maintenir localement des nappes perchées de faible extension. Les anciens puits captant ces nappes proches du sol sont maintenant pratiquement tous abandonnés. Les débits extractibles sont très faibles et le niveau piézométrique varie beaucoup en fonction de la pluviosité.

Nappe de la craie

Très fréquemment diaclasées et parcourues de réseaux karstiques, les formations crayeuses ont une perméabilité importante et constituent le principal aquifère de la région. La nappe de la craie est très utilisée, elle subvient aux besoins en eau potable de la région et se trouve aussi, depuis quelques années, utilisée pour l'irrigation.

La surface piézométrique de cette nappe (fig. 8) située généralement à 25-30 m de profondeur, montre un drainage très important par les vallées : l'Ouanne, le Loing, l'Aveyron... Les principales directions d'écoulement et les gradients hydrauliques sont variables en fonction de la perméabilité mais aussi de la structure du réservoir. On peut mettre par exemple en évidence un ressaut de la nappe, limitant une zone ouest à faible gradient au niveau de la faille de Thorailles [C] (voir la position de cette faille dans les remarques structurales). L'influence de la fracturation est d'ailleurs très importante puisque la nappe de la craie est drainée par un réseau karstique en relation avec les grands accidents structuraux qui apparaissent comme des axes de drainage privilégiés : on peut en effet remarquer que les sources de la vallée de l'Aveyron, de l'Ouanne et de la Clairis sont alignées suivant des directions N-S superposées aux failles subméridiennes et que les plus grosses sources de cette région sont effectivement à l'intersection des vallées (où la craie sous-alluviale est très diaclasée) et des zones faillées (Pradurat, 1981).

Les eaux sont de températures moyennes comprises entre 11°C et 12°C, moyennement minéralisées (1700 à 2400 Ω cm) avec des teneurs en sulfates et nitrates de plus en plus importantes depuis 1973, augmentation due à l'utilisation de plus en plus grande d'engrais et à l'alimentation partielle de la nappe par un réseau karstique de surface important : dolines, mardelles, gouffres, pertes de ruisseau comme celles du rû du Cuivre au Sud de Marchais-Béton [B] ou de l'Aveyron. On remarque également, lié à ce même phénomène, que les eaux sont en général assez turbides, surtout après une période pluvieuse, traduisant les

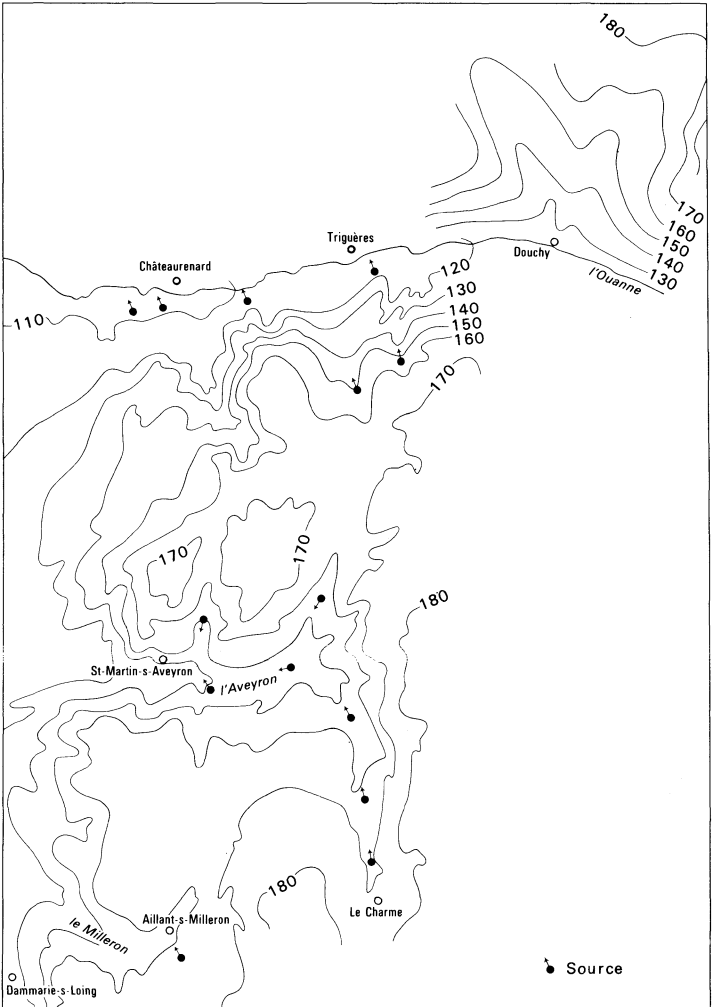


Fig. 8 - Surface piézométrique de la nappe de la craie dans la partie occidentale des feuilles Bléneau et Courtenay (d'après Pradurat, 1981)

mauvaises conditions de filtration et l'importance du ruissellement et de l'infiltration des eaux de surface à travers la couverture tertiaire dans les diaclases de la partie non saturée de l'aquifère. Le débit des sources captées est souvent supérieur à 50 m³/h.

Nappe de l'Albien

Cette nappe n'est pas exploitée dans la région étudiée. Elle constitue néanmoins une ressource importante pour l'alimentation en eau potable en fournissant des eaux peu minéralisées.

SUBSTANCES MINÉRALES

Hydrocarbures

L'existence de faciès marins dans le Crétacé inférieur du bassin de Paris était connue depuis longtemps par les affleurements de la bordure sud-est du bassin. Leur extension vers le centre, d'abord supposée, fut confirmée par les premiers sondages profonds de la région de Montargis qui se révélèrent au début improductifs.

En 1958 cependant, un sondage d'exploration - Châteaurenard 1 - ayant pour objectif les réservoirs du Jurassique moyen, rencontrait des indices dans des sables néocomiens (sables de Châteaurenard) qui furent alors mis en production.

De 1958 à 1960, d'autres puits sont forés, certains donnant aussi (sur le gisement de Saint-Firmin-des-Bois) une faible production d'huile dans les sables de la base du Néocomien (sables de Griselles).

De 1960 à 1962, la CEP étend son exploration à ces deux niveaux sableux productifs : 43 puits sont forés sur Châteaurenard, 44 sur Saint-Firmin et 42 sur Chuelles, nouveau champ découvert, donnant une production journalière de 600 m³ environ.

La géologie de ces formations sableuses formant la transition entre les faciès marins néocomiens au Sud-Est et les faciès continentaux wealdiens au Nord-Ouest a déjà été évoquée (cf. histoire géologique et fig. 3), nous en préciserons cependant quelques caractéristiques sédimentologiques. Les sables de Griselles, qui n'existent pas partout dans la région car ils comblent une topographie que l'érosion a taillée dans le Purbeckien, sont des sables blancs ou gris d'une puissance de 10 à 20 m, à grains subanguleux et à nombreuses inclusions ligniteuses. Grossiers et mal classés à l'Ouest, ils deviennent plus fins et bien classés vers l'Est, leur porosité moyenne est de 30 %. Les sables de Châteaurenard, montrant à l'Hauterivien l'extrême avancée des éléments clastiques en milieu marin, présentent dans le champ pétrolifère une meilleure continuité que les précédents. Ce sont des sables fins micacés à intercalations d'argiles bariolées, d'une épaisseur moyenne de 10 m. Les sables de Châteaurenard n'ont jamais montré de traces d'huile en dehors de la zone, très limitée, où ils sont productifs. Les sables de Griselles présentent par contre, comme les niveaux terminaux du Jurassique, de nombreuses imprégnations dans tout le Sud-Est du bassin de Paris. Cette particularité laisse supposer (ainsi que de nombreux autres arguments) que l'imprégnation des sables néocomiens s'est faite à partir des sables de Griselles et que, comme l'abondance des failles profondes pourrait le faire croire, l'huile néocomienne n'a pas une origine profonde.

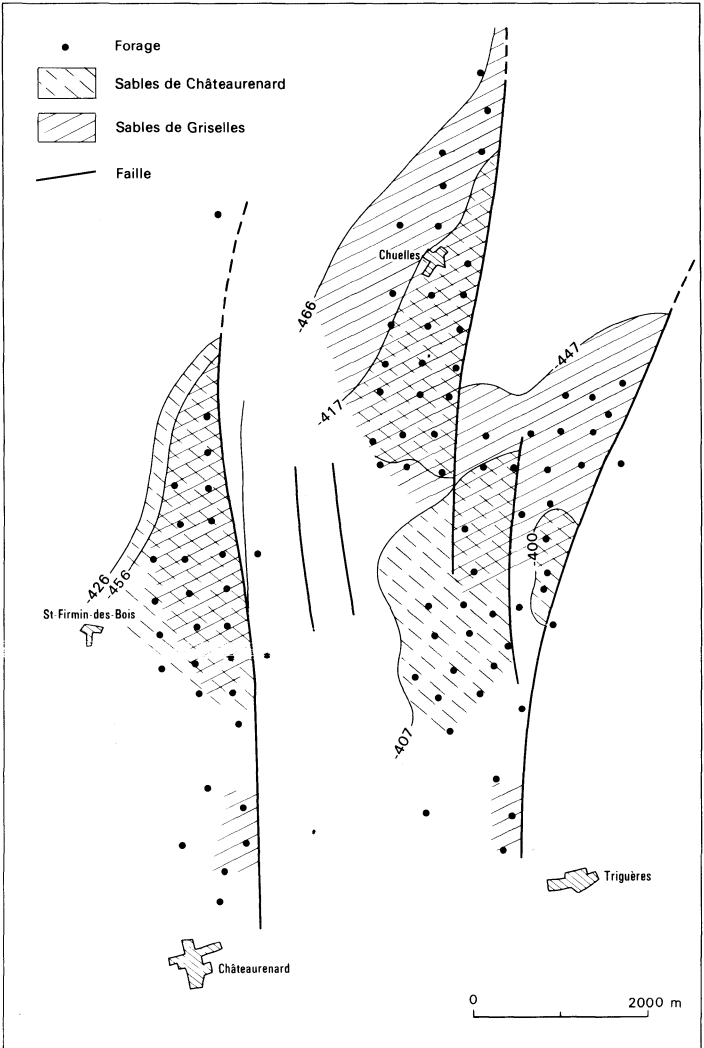


Fig. 9 - Répartition des surfaces productives dans les deux réservoirs
(d'après Bernard et al., 1963)

Les accumulations de Châteaurenard, Saint-Firmin-des-Bois et Chuelles sont reliées au réseau dense de failles subméridiennes à regard Est qui affecte cette région (fig. 9 et 10). La fermeture des réservoirs est donc assurée vers l'Est par le rejet des failles (de l'ordre de 30 à 40 m), par le pendage général vers l'Ouest et le Nord et par des zones dépourvues de sables vers le Sud (fig. 10).

Le volume total d'huile était estimé en 1962 à 6,5 millions de m³ (3,8 millions pour les sables de Châteaurenard, 2,7 pour les sables de Griselles). Cette même année la production s'était élevée à 323 000 m³. Elle était de 95 000 tonnes en 1986 dans les 143 puits (sur 322 forés) productifs dans les concessions de Saint-Firmin - Châteaurenard, Chuelles et Courtenay. Signalons enfin que c'est dans ce champ pétrolifère qu'a été tenté et réussi le premier essai de forage horizontal.

Fer et ferriers

Le fer a été exploité dans le complexe argilo-sableux des plateaux par les Gaullois, puis par les Romains (Bouthier, 1982). Au Moyen Age on note une reprise de ces exploitations qui se sont poursuivies jusqu'au XIX^e siècle.

Les scories abandonnées, appelées "ferriers" ou "crécy", très riches en fer (40 à 50 % Fe₂O₃) ont été longtemps activement exploitées, avant et après la guerre de 1914-1918, comme source intéressante de fer. Exportées en Lorraine et en Allemagne elles servaient de charges pour les hauts-fourneaux. Dans le passé on les a exploitées pour les travaux d'entretien des routes et chemins. A l'époque médiévale on a utilisé certaines scories comme engrais, en raison des phosphates qu'elles contiennent (scories éparses).

Les principaux ferriers de la région sont répertoriés dans le tableau 4.

Substances utiles

Sables, graviers et grès. De nombreuses carrières sont ouvertes dans les cailloutis de type Nemours et les sables encaissants (fig. 4). Actuellement utilisés très localement, ils ont été intensément exploités lors de la construction de l'autoroute A6 dans les carrières de Saint-Martin-d'Ordon [C], encore en activité, et de Cudot [C], abandonnée. Les cailloutis sont le plus souvent accumulés en poche sur le versant des vallées et outre les deux carrières citées plus haut, ils font ou ont fait l'objet d'une exploitation dans les carrières de Chevillon, Chantecoq, Châteaurenard (feuille Courtenay) et Saint-Martin-sur-Ouanne, Perreux, Louesme, Tannerre-en-Puisaye et Rogny (feuille Bléneau). Sables purs et grès parfois associés sont exploités près de Piffonds [C] et Saint-Martin-d'Ordon [C] où les grès ont été utilisés pour la construction, Villefranche, Douchy (feuille Courtenay) mais surtout dans la carrière de Tannerre-en-Puisaye [B] décrite par ailleurs.

Argiles, limons. Quelques tuileries, Courboissy [C], Aillant-sur-Milleron [B] et Champignelles [B] ont exploité les limons des plateaux ou des passées argileuses locales du complexe argilo-sableux à silex. Elles sont pratiquement toutes abandonnées aujourd'hui.

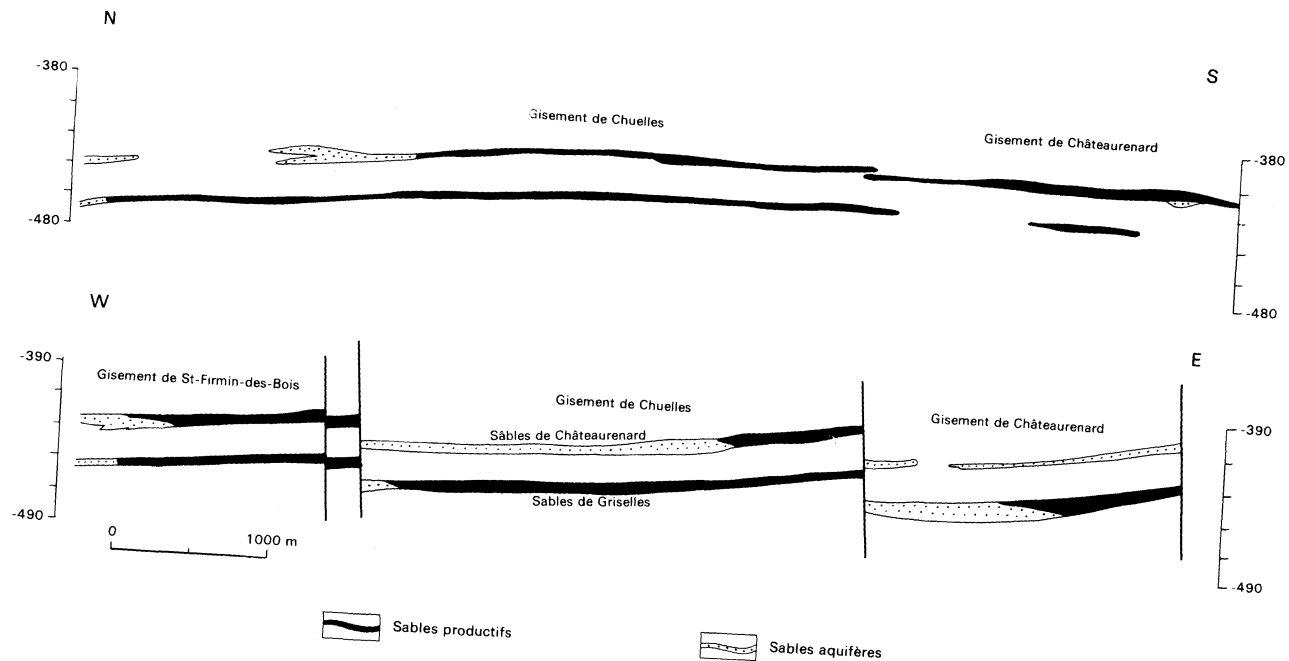


Fig. 10 - Coupes à travers les champs (d'après Bernard et al., 1963)

Craie. De nombreuses marnières sont utilisées localement pour l'amendement. Il en existe pratiquement à proximité de tous les villages et elles ont été indiquées sur la carte. La seule carrière de craie importante actuellement en activité est celle de Triguères (lieu-dit les Grands Moreaux) ouverte dans les craies du Coniacien supérieur (craie pour amendement). La craie a autrefois été utilisée pour la construction (moellons et chaux) et les carrières de la vallée de l'Ouanne ou de la Clairis, aujourd'hui abandonnées (Dicy, Triguères, Courtemeaux, feuille Courtenay) restent les seuls témoins de cette activité.

DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

ITINÉRAIRES GÉOLOGIQUES

Les formations crayeuses du Crétacé supérieur et les formations argilo-sableuses à silex qui les recouvrent ne sont visibles que dans de rares carrières sur les feuilles Bléneau et Courtenay. La plupart sont situées le long des vallées de la Clairis (au Nord de la feuille Courtenay) et de l'Ouanne (sur les feuilles Bléneau et Courtenay) et permettent d'avoir un aperçu rapide de la région.

Vallée de la Clairis

Le long de la D 32 (en rive droite de la Clairis), à la sortie de Saint-Loup-de-Gonois une carrière à gauche de la route en allant vers Chantecoq montre 5 m de craies santoniennes à *Echinocorys vulgaris* (souvent écrasés), articles de *Bourgueticrinus* et petites éponges calcaires. Ces craies sont encore visibles à l'entrée de Chantecoq. Environ 1 km après ce village, près d'une scierie, s'ouvre sur la gauche de la route une carrière abandonnée, difficilement accessible, montrant les différents faciès (grès, poudingues et galets de type Nemours) du complexe argilo-sableux à silex. Les blocs de poudingue sont aussi visibles sur l'autre rive de la Clairis : au carrefour D 34-D 32 prendre à droite (galets de Nemours dans le talus de la route) et, après avoir traversé Saint-Hilaire-les-Andréis et la vallée de la Clairis, à droite en longeant la rivière on peut voir d'énormes blocs de poudingue sur le versant boisé de la vallée.

De retour à Courtenay, en se dirigeant vers Sens prendre, après l'échangeur de l'autoroute, la D 232 qui mène à Piffonds ou de nombreuses vieilles maisons, dont le château, sont construites en grès. Autour de Piffonds les blocs de grès épars sont fréquents dans les champs et les prairies. Le complexe argilo-sableux des plateaux est de nouveau bien visible entre Saint-Martin-d'Ordon et Verlin. A 2 km environ après Saint-Martin, sur la D 207, une route à gauche mène à une grande carrière où sables, grès quartzites et galets de Nemours sont visibles. De retour sur la D 207, 500 m plus loin en allant vers Verlin est ouverte, sur la gauche de la route, une carrière dans la base du Santonien, avec échinides (*Conulus albogalerus*, *Echinocorys*, *Micraster coranguinum*), intéressante par le développement de bancs de silex plus ou moins tabulaires et par la présence d'énormes rognons de type *paramoudra*.

TABLEAU 4 - LOCALISATION DE QUELQUES FERRIERS (d'après J. Momot, 1961, 1964)

Commune	Lieux-dits	Indice national	Observations
Marchais-Breton	Les Trouvées Bois des Bouins	2.4001	
Sommecaise	Les Chailloux	4.4001	Ferrier de 30 m de long et 25 m de large. Utilisé partiellement pour l'entretien des routes et chemins.
Grand-Champ	Les Brossards	4.4002	Un ferrier assez grand, quelques autres plus petits.
Villiers-Saint-Benoît	Les Claviers Les Hauts Buissons Le Haut Ferrier	4.4003	Trois ferriers sur la route d'Aillant, anciennes fosses d'extraction de minerais de fer dans les bois entre les chemins de Sommecaise et de Saint-Aubin.
		4.4004	
		4.4005	
Rogny	Ancien Moulin de Basseville Moulin Jarriat	5.4001	Quelques petits amas de scories dans les jardins. Petits amas trouvés près du moulin. Scories plus nombreuses dans les prés voisins de l'ancien bief du Moulin du Mesnil.
		5.4003	
Bléneau	Le Coubray Les Salles	5.4002	Scories éparses dans les champs.
		6.4001	
Saint-Privé	Les Pigées	6.4002	Ferriers utilisés pour l'empierrement des routes et chemins. Scories éparses dans les champs. Aux Loges une couche, 0,3 à 1 mètre, de minerai de fer à silex.
Champignelles	Bourg-Cocu Gauge	6.4003	
		7.4004	
Sept-Fonds	Le Grand Etang	7.4001	Dans les friches à l'ouest, ferrier entièrement utilisé pour l'entretien des routes et chemins.
Villeneuve-les-Genêts	Le Ferrier La Blondellerie ou La Cloudellerie Les Pernays Les Pernet	7.4002	Ferrier important. Epuisé en partie pour la confection de la route de Villeneuve à Sept-Fonds. Ferrier important.
		7.4006	
		7.4005	
Tannerre-en-Puisaye	Les Ruineaux Le Ferrier Le Lieu du Gros La Garenne Les Salins Les Sigures Maureparé Béatrix-les-Fosses Carrées	7.4003	Ferriers très considérables et nombreux. Aux Garennes, ils forment des buttes de 10 à 12 mètres de haut. Les scories de Tannerre ont été expédiés en grande partie en Lorraine pour alimenter les hauts fourneaux.
		7.4007	
		7.4008	
		7.4009	
		7.4010	
		7.4011	
		8.4003	
		8.4006	
Louesme	Les Frins Les Freins	8.4001	
Dracy	Le Ferrier Guillou La Briqueterie	8.4002	Utilisés à l'empierrement des chemins et des routes.
		8.4005	
Méziilles	Rue des Ferriers Le Pressoir Les Souches Les Perrault Bois du Clou	8.4404	Immenses ferriers utilisés en partie pour l'entretien des routes et la sidérurgie Lorraine. Ferriers et minerai de fer dans les bois. La fouille de l'un de ces ferriers a livré une statuette considérée comme une Vénus anadyomène.
		8.4007	
		8.4008	
		8.4009	

Vallée de l'Ouanne

Entre Châteaurenard et Toucy, la vallée de l'Ouanne offre la transition entre les paysages du Sénonais et ceux de la Puisaye. Son cours, d'abord orienté E-W sur la feuille Courtenay, s'infléchissant ensuite vers le Sud sur la feuille Bléneau, recoupe les formations crétacées supérieures (du Santonien au Cénomani) et les formations à silex sus-jacentes. De Châteaurenard, à l'extrémité occidentale de la feuille Courtenay, à Villiers-Saint-Benoit ou Mézilles (sur le Branlin, affluent de l'Ouanne) au Sud de la feuille Bléneau on peut observer, en passant par Charny, quelques aspects particuliers de ces différentes formations.

La ville de Châteaurenard est construite sur les coteaux crayeux de la rive droite de l'Ouanne. Les craies du Coniacien y affleurent et le passage au Santonien est visible dans une petite carrière aux Gauffaudières (1,5 km à l'Est de Châteaurenard sur la D 443, route d'accès sur la gauche et 100 m environ après le carrefour, chemin de terre à droite). En remontant la vallée par la D 443, de nombreuses carrières montrent, autour de Triguères, les craies coniaciennes à santoniennes. Parmi celles-ci la carrière Bardat sur la rive gauche de la vallée (dans Triguères à droite puis après avoir traversé l'Ouanne à gauche deux fois, carrière située à 2,5 km environ de Triguères au lieu-dit les Grands Moreaux) où sur 25 m environ sont exploitées les craies à silex du Coniacien supérieur. Dans la partie inférieure de la carrière un hard ground glauconieux, plus ou moins visible selon l'état de l'exploitation, permet de repérer les niveaux crayeux sus-jacents riches en inocérames (*Volviceramus* cf. *involutus*, *Platyceramus* sp.) et en *Micraster* à morphologie du test variable (*M. decipiens*, *M. coranginum* et formes de passage rapportées à *M. turonensis*).

De retour à Triguères et en se dirigeant vers Douchy par la D 443, 2 km après Triguères, une carrière est visible sur la gauche de la route à laquelle on accède après avoir traversé la voie ferrée ; on y trouve des craies sans silex de la base du Coniacien, riches en *M. decipiens* à test fréquemment gibbeux. Après Douchy la vallée de l'Ouanne oblique brusquement vers le Sud. En suivant maintenant la D 450 vers Charny on peut voir à gauche des carrières de craie ouvertes dans les mêmes niveaux que la carrière précédente. A proximité de Charny, on observe les craies de la limite Turonien/Sénonien (visibles dans une petite carrière en rive gauche de l'Ouanne : dans Charny prendre à droite la D198 puis dans la montée après une courbe à gauche, chemin de terre à droite donnant accès à la carrière).

Sur la feuille Bléneau, au Sud de Charny, les affleurements crayeux sont plus rares. Les versants de l'Ouanne et de ses affluents l'Agréau et le Branlin sont recouverts par des cailloutis à silex et des sables parfois piégés en poches et accumulés sur plusieurs mètres d'épaisseur. On peut les observer en particulier à Saint-Martin-sur-Ouanne (carrières 1 km avant le village sur la gauche de la route et au Sud, difficilement accessibles dans des bois). Après cette localité, la D 450 longe les coteaux crayeux du Turonien supérieur de la rive droite de l'Ouanne. A Grand-Champ (admirer au passage le château) prendre à droite la D 160 en direction de Louesme et de Tannerre-en-Puisaye. A l'entrée de ce village, sur la D 7 en direction de Champignelles, s'ouvrent (à 1 km de Tannerre

sur la droite de la route) deux carrières abandonnées de galets de silex de type Nemours. De retour à Tannerre, prendre la direction de Villiers-Saint-Benoît (D 210). A la sortie du village, un chemin de terre monte à droite vers une sablière, située 500 m plus haut environ sur la gauche, décrite dans la notice, et où l'on voit une coupe type des faciès sableux du complexe argilo-sableux à silex du Sénonais (sables de Brannay et sables de Tannerre-en-Puisaye).

BIBLIOGRAPHIE

BERNARD F.P., DUPLAN R.J., VINCENT R.F. (1963) - Découverte et développement de champs de pétrole dans le Néocomien du bassin de Paris. *VIth World Petroleum Congress*, section I, Francfort, p. 715-731.

BOUTHIER A. (1982) - Données nouvelles sur l'utilisation du minerai de fer dans le Nord-Ouest de la Nièvre à l'époque Gallo-Romaine - Mines et fonderies antiques de la Gaule antique. Table ronde CNRS, Toulouse, p. 139-156.

DEMARCO G. (1954) - Le problème du Sparnacien dans le Sud-Est du bassin de Paris. DES, Paris, 131 p.

FOURAY M., POMEROL B. (1985) - Les *Micraster* (Echinoidea Spatangoidea) de la limite Turonien-Sénonien dans la région stratotypique du Sénonien (Sens, Yonne). Implications stratigraphiques. *Ann. Paleont. (Invert.)*, 71, p. 137-151.

GIGOUT L. (1977) - Sur le Paléogène continental du Gâtinais. *Bull. BRGM*, (2), 1, 4, p. 286-305.

GROSSOUVRE A. de (1889) - Sur le terrain crétacé dans le Sud-Ouest du bassin de Paris. *Bull. Soc. géol. France*, (3), XVII, p. 475-525.

GROSSOUVRE A. de (1901) - Recherches sur la Craie supérieure 1 : Stratigraphie générale. *Mem. Serv. Carte géol. détail. Fr.*, 1013 p.

HÉBERT E. (1863) - Note sur la craie blanche et la craie marneuse dans le bassin de Paris, et sur la division de ce dernier étage en quatre assises. *Bull. Soc. géol. France*, (2), XX, p. 605-631.

HÉBERT E. (1876) - Notes sur le terrain crétacé du département de l'Yonne. In : G. Cotteau (1857-1878) Ed., Etude sur les Echinides fossiles du département de l'Yonne, II. Baillière, Paris, p. 275-363.

LAMBERT J. (1878) - Notice stratigraphique sur l'étage Sénonien aux environs de Sens. *Bull. Soc. Sc. hist. nat. Yonne*, 32, p. 129-192.

LAMBERT J. (1882a) - Note sur l'étage Turonien du département de l'Yonne. *Bull. Soc. Sc. hist. nat. Yonne*, 35, p. 144-173.

LAMBERT J. (1882b) - Note sur les différentes assises qui composent la craie du département de l'Yonne. *Bull. Soc. géol. France*, (3), X, p. 427-434.

LAMBERT J. (1903) - Souvenirs géologiques sur le Sénonais. *Bull. Soc. Sc. hist. nat. Yonne*, 56, p. 91-111.

LAUNAY L. de, LEMOINE P., JODOT P. (1911-1912) - Feuille Bourges au 1/320 000. *Bull. Serv. Carte géol. France*, n°1133, t. XXII, p. 38-49.

MATHIEU M. (1963) - Le Néocomien dans le Sud du bassin parisien. *In* : Colloque sur le Crétacé inférieur, *Mém. BRGM*, 34, p. 587-604.

MOMOT J. (1961) - Contribution à l'étude des ferriers du département de l'Yonne. Essais historiques, géomorphologiques, géologiques et physico-chimiques. SCI, Paris.

MOMOT J. (1964) - Les ferriers du département de l'Yonne. *Rev. Hist. Sidérurgie*, 5, 4, p. 273-297.

MONCIARDINI C. *et al.* (1980) - Sénonien. *In* : C. Mégnyen Ed., Synthèse géologique du bassin de Paris. *Mém. BRGM*, 101, p. 302-309.

POMEROL B. (1985) - The Turonian – Senonian boundary. Its correlation with the Turonian – Senonian boundary defined in Southern France. *Newsl. Stratig.*, 14, p. 81-95.

POMEROL B. (1986) - La limite Coniacien/Santonien dans la craie à *Micraster* du Sénonien stratotypique de Sens (Yonne, France). *Bull. Soc. géol. France*, (8), II, p. 585-594.

POMEROL B., BELLIER J.P., DAMOTTE R., FAUCONNIER D., FOURAY M., MANIVIT H., MONCIARDINI C. (1983a) - Précisions lithostratigraphiques et biostratigraphiques sur le Sénonien dans la région stratotypique. *Géol. Méditerran.*, X, p. 15-29.

POMEROL B., DAMOTTE R., FOURAY M., MONCIARDINI C. (1983b) - Précisions biostratigraphiques sur la limite Turonien – Sénonien dans la région stratotypique de Sens (Yonne). *C.R. Acad. Sci.*, Paris, II, 297, p. 421-424.

PRADURAT M. (1981) - Etude géologique et hydrogéologique des bassins versants de l'Ouanne, de l'Aveyron et du Milleron. Doc. BRGM, SGR Centre.

RAULIN V. (1858) - Statistique géologique du département de l'Yonne. t. XVI.

SYNTHÈSE GÉOLOGIQUE DU BASSIN DE PARIS. C. Mégnyen Ed., *Mém. BRGM*, 101.

Cartes géologiques à 1/80 000

- Feuille *Auxerre* : 1ère édition (1884), par A. Potier.
2e édition (1946), par P. Bonnet (Mr et Mme), P. Jodot.
3e édition (1966), réimpression sans modification de la 2e édition.
- Feuille *Sens* : 1ère édition (1872), par A. Potier, F. Clérault, H. Douvillé, E. Fuchs, A. de Lapparent.
2e édition (1906), par H. Thomas.
3e édition (1941), par P. Jodot.
4e édition (1965), réimpression sans modification de la 3e édition.

Cartes géologiques à 1/50 000

- Feuille *Aix-en-Othe* (1985), par B. Pomerol.
Feuille *Auxerre* (1967), par Cl. Mégnien, G. Rampon, M. Turland.
Feuille *Châtillon-Coligny* (1977), par M. Gigout.
Feuille *Chéroy* (1974), par F. Ménillet, J.P. Breton, A. Colleau.
Feuille *Estissac* (1981), par B. Pomerol.
Feuille *Gien* (1977), par M. Gigout.
Feuille *Joigny* (1976), par P.L. Vincent, M. Turland *et al.*
Feuille *Montargis* (1970), par G. Denizot.
Feuille *Saint-Fargeau* (1981), par M. Gigout.
Feuille *Sens* (1971), G. Scolari, P.L. Vincent *et al.*

DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES

La Banque des données du sous-sol du BRGM détient l'inventaire des sondages et autres travaux souterrains exécutés dans le périmètre de la feuille et archive régulièrement les nouveaux travaux. Ces documents peuvent être consultés au Service géologique régional Centre, avenue de Concyr, BP 6009, 45060 Orléans Cedex 2 pour le département du Loiret, au Service géologique régional Bourgogne, immeuble Caisse d'Epargne, 32, Bld du Maréchal Joffre, 21100 Dijon pour le département de l'Yonne ou bien au BRGM, Maison de la Géologie, 77 rue Claude Bernard, 75005 Paris.

AUTEURS DE LA NOTICE

Cette notice a été rédigée par B. POMEROL, avec les données de F.P. BERNARD *et al.* (1963) et M. MATHIEU (1965) pour le gisement pétrolifère de Châteaurenard - Courtenay, de M. PRADURAT (1981) pour l'hydrogéologie de la craie.

L'étude biostratigraphique du Crétacé supérieur (foraminifères benthiques) est due à C. Monciardini, BRGM Orléans; la lithostratigraphie et les macrofaunes des craies ont été étudiées en collaboration avec R.M. MONTIMORE, Brighton Polytechnic, Brighton UK.

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

- pour la carte : POMEROL B. (1988) - Carte géol. France (1/50 000), feuille COURTENAY (366) - Orléans : Bureau de recherches géologiques et minières.
Notice explicative par POMEROL B. (1989), 47 p.
- pour la notice : POMEROL B. (1988) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille COURTENAY (366) - Orléans : Bureau de recherches géologiques et minières, 47 p.
Carte géologique par POMEROL B. (1988).

Réalisation BRGM
Dépôt légal : 1er trimestre 1989
N° ISBN 2 - 7159 - 1366 - 4