



CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE A 1/50 000

ROMORANTIN

par
R. FLEURY

ROMORANTIN

La carte géologique à 1/50 000
ROMORANTIN est recouverte par la coupure
BLOIS (N° 108)
de la Carte géologique de la France
à 1/80 000

Blois	Bracieux	Lamotte-Beuvron
Montrichard	ROMORANTIN	Salbris
Saint-Aignan	Selles	Vierzon

MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE,
DES FINANCES ET DE L'INDUSTRIE
BRGM - SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
B.P. 6009 - 45060 ORLÉANS CEDEX 2 - FRANCE



**NOTICE EXPLICATIVE DE LA FEUILLE
ROMORANTIN À 1/50 000**

par

R. FLEURY

**avec la collaboration de
F. CHARNET, J. CORPEL, S. DEBRAND-PASSARD,
Y. GROS, P. MAGET**

1997

**Éditions du BRGM
Service géologique national**

Références bibliographiques. Toute référence en bibliographie à ce document doit être faite de la façon suivante :

pour la carte : FLEURY R. (1997) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Romorantin (460). Orléans : BRGM. Notice explicative par R. Fleury, avec la collaboration de F. Charnet, J. Corpel, S. Debrand-Passard, Y. Gros, P. Maget (1997), 94 p.

pour la notice : FLEURY R., avec la collaboration de CHARNET F., CORPEL J., DEBRAND-PASSARD S., GROS Y., MAGET P. (1997) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Romorantin (460). Orléans : BRGM, 94 p. Carte géologique par R. Fleury (1997).

© BRGM, 1997. Tous droits de traduction et de reproduction réservés. Aucun extrait de ce document ne peut être reproduit, sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit (machine électronique, mécanique, à photocopier, à enregistrer ou tout autre) sans l'autorisation préalable de l'éditeur.

ISBN : 2-7159-1460-1

SOMMAIRE

	Pages
INTRODUCTION	5
<i>PRÉSENTATION DE LA CARTE</i>	5
<i>CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE</i>	6
<i>RÉSUMÉ DE L'HISTOIRE GÉOLOGIQUE</i>	7
DESCRIPTION DES TERRAINS	11
<i>TERRAINS NON AFFLEURANTS</i>	11
<i>TERRAINS AFFLEURANTS</i>	14
Formations secondaires	14
Formations tertiaires	15
Formations superficielles	34
TECTONIQUE	43
SYNTHÈSE GÉODYNAMIQUE RÉGIONALE	47
GÉOLOGIE DE L'ENVIRONNEMENT	62
<i>OCCUPATION DU SOL</i>	62
<i>RESSOURCES EN EAU</i>	66
<i>SUBSTANCES UTILES, CARRIÈRES</i>	71
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE	73
<i>LE STOCKAGE SOUTERRAIN DE GAZ NATUREL</i>	73
<i>ITINÉRAIRE GÉOLOGIQUE</i>	75
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	75
<i>DOCUMENTS CONSULTABLES</i>	81
AUTEURS	81
ANNEXES	83
<i>FORMATIONS TURONO-SÉNONIENNES RECONNUES EN SONDAGES</i>	85
<i>ÉVOLUTION DE LA TOURBIÈRE DE MUR-EN-SOLOGNE</i>	91
<i>COLONNE LITHOSTRATIGRAPHIQUE DU FORAGE VILLEFRANCHE-SUR-CHER 3</i>	

INTRODUCTION

PRÉSENTATION DE LA CARTE

Pour sa plus grande part, le territoire de la feuille Romorantin présente les caractères (couvert végétal, sols) de la Sologne. Les surfaces boisées (résineux, feuillus) sont, à l'exception de la forêt de Cheverny, plus morcelées qu'à l'Est (1/50 000 Salbris). Les landes et les prairies couvrent une superficie globalement égale à celle des forêts. Les étangs, pour la plupart artificiels, sont nombreux.

Peu fréquentes à l'Est, les surfaces cultivées s'intègrent progressivement au paysage solonot, leur importance allant croissant vers le Sud-Ouest pour devenir prédominantes au-delà de Mur-de-Sologne.

Le point le plus élevé, non coté, d'altitude comprise entre 135 et 140 m, est situé sur la butte de Cheverny. L'altitude est minimale dans l'angle nord-ouest de la carte avec un point coté 77 sur les rives du Conon (commune de Cour-Cheverny).

À l'exception d'un petit secteur d'environ 7,5 km², dont les eaux de surface, provenant pour la plus grande part de la partie nord-est de la butte de Chémery, aboutissent dans le lac dépourvu d'exutoire de Soings-en-Sologne, le réseau hydrographique se partage entre trois collecteurs, affluents ou sous-affluents de la Loire. Au Nord, le bassin du Beuvron, limité par une ligne de partage des eaux de direction E-W, empruntant sensiblement la partie médiane de la carte, est de loin le plus étendu. Les eaux de la moitié sud du territoire cartographié sont collectées pour la plus grande part par la Sauldre, pour le reste par le Cher.

Mené à bien par Gaz de France, le stockage de gaz naturel (importé) dans les structures géologiques profondes de Chémery et de Soings-en-Sologne et sa distribution par réinjection dans le réseau national, constituent une activité dont l'importance va croissant depuis 1968. Ailleurs, l'économie reste liée à l'exploitation du sol (cultures céréalières, coupes forestières) et à la gestion de la faune à des fins cynégétiques (élevage du gibier et chasse). La pisciculture offre, semble-t-il, de bonnes possibilités de développement. Ces activités typiquement solonotes font place, sur les sols sablonneux de l'Ouest du territoire cartographié (plus particulièrement des communes de Soings-en-Sologne, Mur-de-Sologne, Gy-en-Sologne) à des cultures maraîchères de légumes et de primeurs (dont poireaux, asperges, fraises) ou florales. La vigne est cultivée sur toutes les communes de la bordure ouest classées, pour tout ou partie de leur territoire, en appellation « Touraine ».

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE

Les levés de la feuille Romorantin ont été effectués en 1989 par Régis Fleury, géologue au Service géologique national (BRGM).

L'étude stéréoscopique de plusieurs jeux de photographies aériennes a permis de tracer, dans l'aire d'extension des formations détritiques de Sologne, l'essentiel des contours des alluvions quaternaires que le cheminement au sol ne permet pas toujours de déceler en raison du faible développement de leurs formes morphologiques. D'autre part, ce moyen a permis de confirmer l'importance des phénomènes périglaciaires mis en évidence à l'Est, sur le territoire de la feuille Salbris, à savoir la fréquence de dépressions elliptiques attribuées, à titre hypothétique, à des phénomènes thermokarstiques. Dans ce secteur, l'observation de terrain n'a que valeur de contrôle de l'étude photogéologique.

Ailleurs, par contre, dans les périmètres d'affleurement des faluns, du Calcaire de Beauce, de l'Éocène et du Crétacé silicifié ou non, elle a fourni l'essentiel des données cartographiques. Ces études de surface ont été complétées par l'exécution de 76 sondages de reconnaissance à la tarière mécanique totalisant près de 2 000 m forés. Ce moyen d'investigation a, en particulier, permis de cartographier les affleurements faluniens et de situer le toit du Calcaire de Beauce tout en précisant son aire d'extension. Les coupes des sondages archivées au titre du Code minier ont également contribué à ces précisions.

Les renseignements sur la constitution géologique profonde du territoire cartographié sont fournis d'une part par les coupes des sondages exécutés pour la reconnaissance pétrolière, et d'autre part par les études et travaux menés par Gaz de France sur les structures de Chémery, Soings-en-Sologne et de Villefranche-sur-Cher aux fins de stockage de gaz naturel injecté.

Les échantillons recueillis lors de l'exécution des sondages de reconnaissance ont permis, comme pour les cartes géologiques de Sologne déjà éditées, d'étudier :

- la minéralogie des argiles (F. Pillard et F. Ménillet, BRGM) ;
- les minéraux lourds des différents corps sableux (étude comparative : J. Tourenq, Paris VI) ;
- les characées des dépôts lacustres (J. Riveline, Paris VI) ;
- la palynologie des formations de Sologne (G. Farjanel, BRGM) ;
- la micropaléontologie stratigraphique des sédiments marins et lacustres (C. Monciardini, BRGM).

RÉSUMÉ DE L'HISTOIRE GÉOLOGIQUE

Le territoire de la feuille Romorantin est localisé dans la partie sud-est du bassin de Paris. La structure la plus ancienne connue régionalement est un bassin subsident très profond, orienté ESE-WNW, comblé par des sédiments permien reconnus à Chémery et à Saint-Georges-sur-Moulon, au Nord de Bourges.

La sédimentation triasique (continentale, lagunaire et marine) marque l'individualisation du bassin de Paris. Elle s'étend à la presque totalité de celui-ci ne préservant que ses bordures nord et ouest. En Sologne, les dépôts triasiques sont très puissants (près de 500 m d'épaisseur) à l'Ouest de la faille de Sennely (fig. 1) alors qu'ils n'atteignent que la moitié de cette valeur à l'Est de l'accident, témoignant ainsi de son « activité » au Trias.

Pendant le Jurassique, les inondations marines vont se succéder. D'abord limitées à l'emprise triasique, le domaine marin va, au cours du Lias inférieur (Pliensbachien), s'étendre progressivement à l'ensemble du bassin de Paris. Les sédiments déposés sont essentiellement calcaires, bien qu'assez détritiques à leur base. Leur épaisseur est, régionalement, contrôlée par les rejeux synsédimentaires de la faille de Sennely dont, globalement, le compartiment ouest est le plus subsident : égale à 792,5 m immédiatement à l'Est du plan de faille (sondage 399-5-6), elle est de 1 179 m dans les mêmes conditions à l'Ouest (sondage 431-1-4) où les épaisseurs des assises jurassiques sont régulières : 1 029,5 m (sondage 430-5-1), 1 023,5 m (sondage 461-6-3), 1 048 m (sondage 460-8-19). La structure anticlinale de Chémery ne comporte toutefois que 879 m de dépôts de cet âge (sondage 460-5-1).

Les inondations marines crétacées, qui atteignent leur extension maximale au Cénomaniens, contribuent à l'accumulation de sédiments calcaro-sableux, essentiellement des craies tuffeuses à silex. Les termes de base du Crétacé (Néocomien), connus sur une étroite bande le long de la faille de Sennely, ne sont pas représentés sur le territoire cartographié pas plus que ses termes ultimes (Maastrichtien). Les coupes des six sondages cités précédemment donnent pour les assises crétacées des épaisseurs respectives de 398 m, 319 m, 427,5 m*, 250 m, 230 m environ et 220 m environ. Pour ces deux derniers ouvrages, l'épaisseur du Tertiaire n'est pas connue ou surestimée, d'où l'approximation.

* Cette épaisseur de Crétacé est surestimée dans l'interprétation originale de la coupe. Elle inclut le Calcaire de Beauce, non mentionné bien que présent.

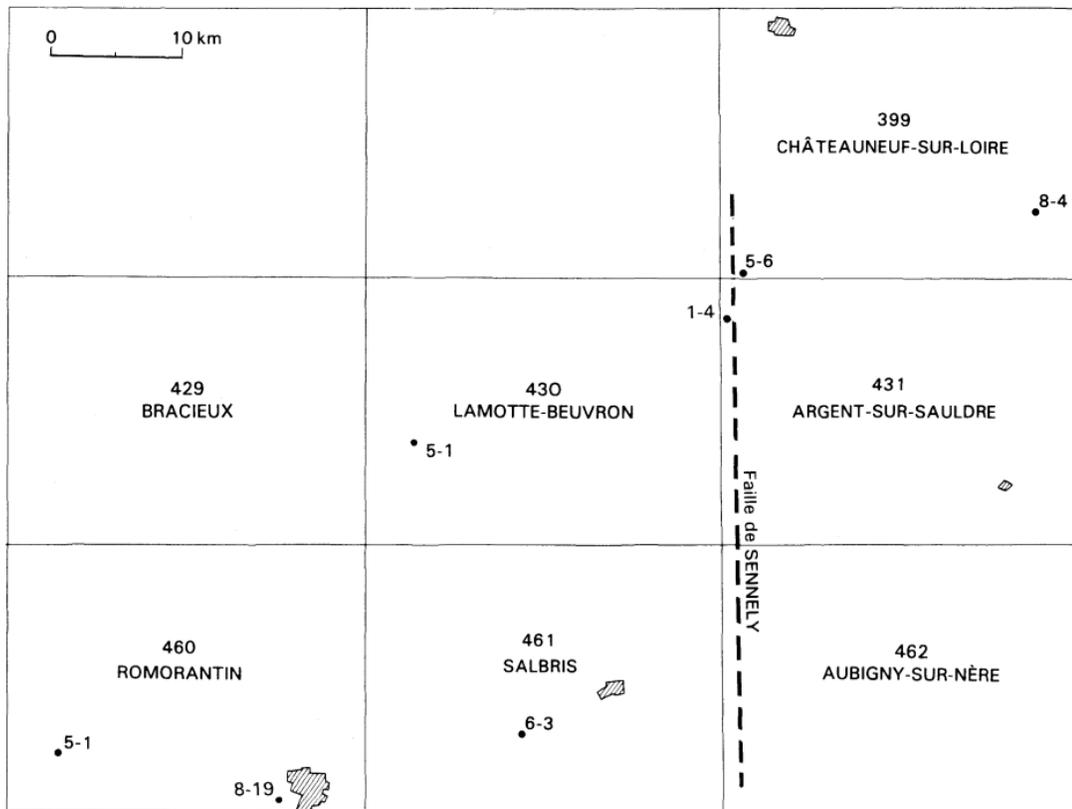


Fig. 1 - Localisation des sondages profonds cités en notice

À une époque indéterminée se situant probablement à la fin du Mésozoïque et au début du Cénozoïque, les terrains affleurants, essentiellement les dépôts calcaro-siliceux du Turonien et du Sénonien, subissent une altération importante se traduisant par une décalcification puis une silicification intenses. De ce processus d'altération résultent les argiles à silex très puissantes à l'Est de la faille de Sennely (Sancerrois), moins typiques et moins puissantes à l'Ouest.

La sédimentation du début du Cénozoïque, complexe dans le Nord du bassin de Paris en raison des inondations marines et lacustres qui se succèdent, apparaît exclusivement continentale sur sa marge sud-est. Des sables quartzeux fins, peu épais, recouvrent uniformément le Crétacé silicifié. Leur succèdent, engendrés par le climat chaud et humide de l'Éocène, des sédiments grossiers à silex roulés, qui pour la plus grande part, sont masqués par les dépôts néogènes. Ils pourraient, en raison de la disposition de leurs affleurements sancerrois (1/50 000 Saint-Martin-d'Auxigny) représenter la première ébauche du réseau hydrographique actuel. Ces dépôts, ultérieurement affectés par des phénomènes de silicification et de sidérolitisation, donnent localement des poudingues et différents termes de cuirassement.

Le lac de Beauce qui occupe le centre du bassin de Paris au cours de l'Oligocène, s'étend, à l'Aquitaniens, à la majeure partie du territoire cartographié. Les examens micropaléontologiques pratiqués sur nombre d'échantillons prélevés au toit du Calcaire de Beauce suggèrent l'existence, à l'Aquitaniens supérieur, d'influences marines ou lagunaires, qui semblent se pérenniser jusqu'au tout début du Burdigalien en intéressant, de façon discrète, la base des Sables et marnes de l'Orléanais et du Blésois. Alimentée par la dégradation du socle cristallin et métamorphique du Massif central, cette formation est bien datée par de riches associations fossiles lui donnant un âge burdigalien à langhien. Limitée au bassin ligérien, elle assure la transition entre la sédimentation carbonatée (Calcaire de Beauce) et les épisodes essentiellement détritiques qui suivent. Le comblement fluvio-lacustre de la Sologne se poursuit en effet jusqu'à une période indéterminée (jusqu'au Pliocène inférieur ?) par le dépôt des Sables et argiles de Sologne dont la puissance atteint localement 50 m.

Alors que la Sologne est soumise à une sédimentation continentale, la « mer des faluns », venant de l'Ouest, submerge et érode les Sables et marnes de l'Orléanais et du Blésois de l'ouest-solognot et abandonne, au Langhien, des sables fossilifères dont l'épaisseur atteint localement une trentaine de mètres.

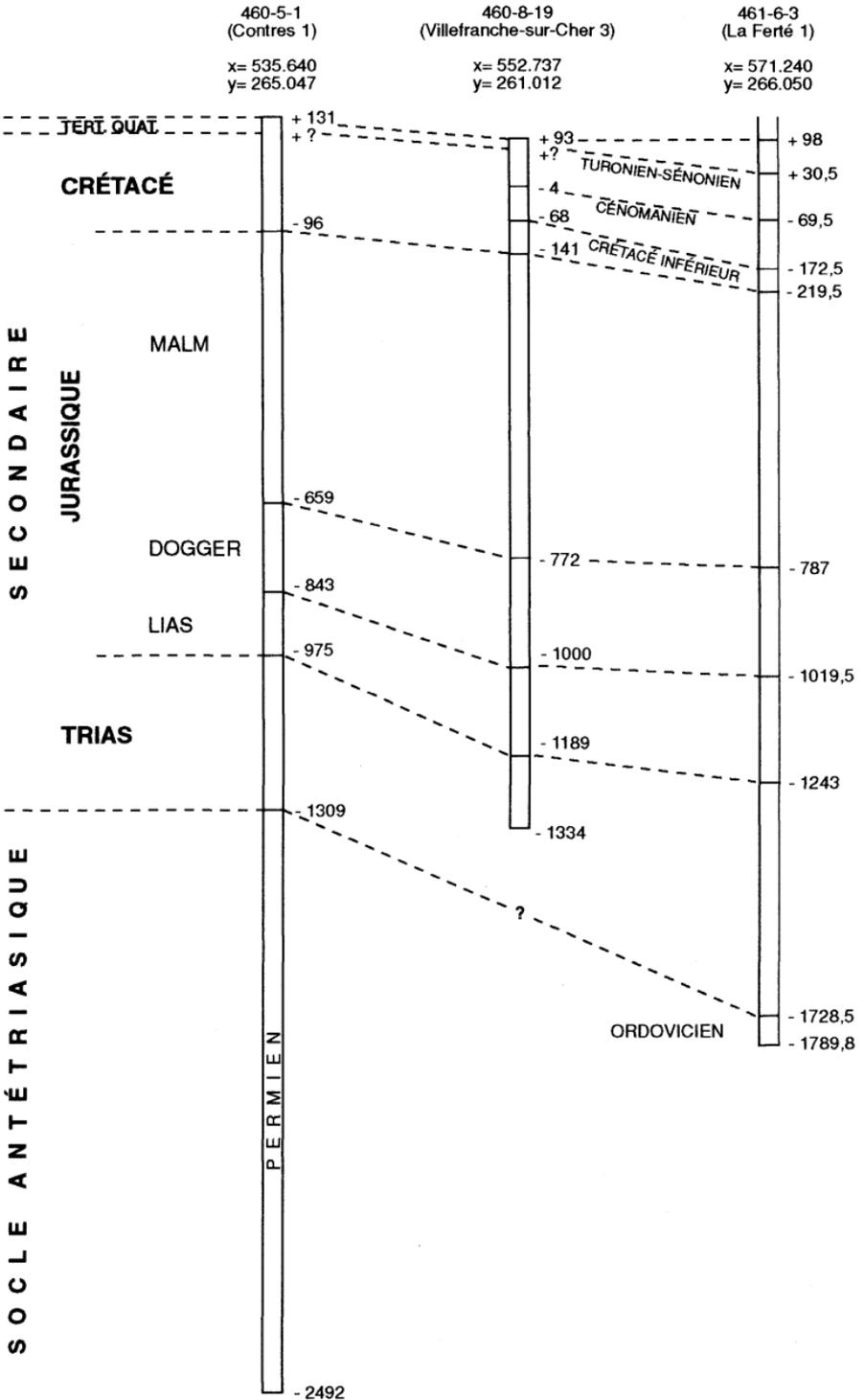


Fig. 2 - Terrains non affleurants
Coupe schématique de trois sondages de référence

Au Quaternaire, voire même dès la fin du Pliocène avec des dépôts synchrones des Sables et argiles du Bourbonnais, se développe un régime fluvial affectant et remodelant la presque totalité des formations affleurantes du territoire cartographié. Les formations alluviales abandonnées sont à leur tour affectées par des phénomènes périglaciaires localisés, attestés par l'existence d'empreintes que l'on présume occasionnées par des phénomènes thermokarstiques.

DESCRIPTION DES TERRAINS

TERRAINS NON AFFLEURANTS

Les indications de ce chapitre sont des généralités de caractère régional, tirées des coupes des sondages profonds exécutés alentour, essentiellement des ouvrages suivants (fig. 2) :

- 461-6-3 (La Ferté 1), carte à 1/50 000 Salbris. Implanté à la Ferté-Imbault (x = 571,240 ; y = 266,050 ; z = 100,5) ;
- 460-8-19 (Villefranche-sur-Cher 3). Implanté à Romorantin ; sa coupe est donnée en annexe (x = 552,737 ; y = 261,012 ; z = 93) ;
- 460-5-1 (Contres 1). Implanté à 4 km au Nord de Chémery (x = 535,640 ; y = 265,047 ; z = 131,0).

Socle

Un granite a été localisé par deux sondages au voisinage de Souvigny-en-Sologne. Le sondage 431-1-4* le situe à la cote -1 990,5 à l'Ouest de la faille de Sennely. À l'Est de l'accident, il est à -1 418,9 m selon la coupe du sondage 399-5-6 (1/50 000 Châteauneuf-sur-Loire).

Ordovicien (?)

Entre les cotes -1 729,5 et -1 789,8, le sondage La Ferté 1 (461-6-3) a rencontré des argilites vertes à noires, silto-gréseuses, avec intercalations de carbonates au toit, présumées représenter l'Ordovicien.

Permien

Il est présent à Contres 1 (460-5-1) sur plus de 1 183 m d'épaisseur, son toit se situant à la cote -1 309. Le sondage n'a pas atteint sa base.

Il s'agit d'argiles schisteuses, sableuses et micacées, généralement rouges à verdâtres, localement anhydritiques. À la partie supérieure, sur 800 m environ, les grès et les sables, fins à grossiers, sont dominants. Les passées évaporitiques sont plus rares.

* Le log de cet ouvrage apparaît en marge de la carte Argent-sur-Sauldre (Fleury, 1991).

Le Permien est absent du sondage 461-6-3. Il existe peut-être au droit du sondage 460-8-19 qui ne l'a pas atteint.

Trias

Épaisseur aux sondages de référence : respectivement 486,5 m, plus de 145 m (base non atteinte), 334 m.

Le Trias y est représenté par des grès fins à conglomératiques à matrice argileuse, argilo-dolomitique ou anhydritique, des marnes dolomitiques, des dolomies argileuses, des argiles versicolores à dominante rouge ou verte, souvent silteuses et micacées, parfois pyriteuses, des sables et des silts.

Jurassique inférieur (Lias)

Épaisseurs : 223,5 m, 189 m, 132 m.

La base, plus détritique que la partie supérieure, est une composante dolomitique à contributions gréseuses, argileuses, ou marneuses, de couleur claire, gris-beige, bleutée, verdâtre ou rose, où s'intercalent des calcaires souvent bioclastiques, parfois glauconieux ou pyriteux.

À la partie supérieure, les argiles plus ou moins calcareuses, souvent schisteuses, sont dominantes. Parfois silteuses, elles alternent avec des marnes, feuilletées également, parfois pyriteuses et des calcaires microcristallins.

Jurassique moyen (Dogger)

Épaisseurs : 232,5 m, 228 m, 184 m.

Il est constitué de calcaires gris à beige, parfois bioclastiques ou oolitiques, localement sablo-gréseux, coupés de marnes silteuses et micacées à fréquentes oolites ferrugineuses à la partie supérieure.

Jurassique supérieur (Malm)

Épaisseurs : 567,5 m, 631 m, 563 m.

Sur une base constituée de calcaires argileux ou crayeux plus ou moins graveleux, il est représenté par une série très puissante de calcaires gris à gris-beige, généralement durs, sublithographiques à cryptocristallins, coupée de calcaires crayeux, de calcaires fossilifères et d'intercalations marneuses, argilo-sableuses ou argilo-silteuses.

Crétacé inférieur

En raison d'une perte totale d'injection, le sondage 460-5-1 n'a fourni aucun renseignement sur la lithologie et l'épaisseur des différentes assises crétacées. Les épaisseurs des sédiments attribués au Crétacé inférieur par les deux autres sondages sont respectivement de 47 et de 73 m.

À la lecture des coupes de ces ouvrages, il semble que seules les assises aptiennes et albiennes sont représentées par des sables verts ou gris-blanc, glauconieux, légèrement calcaires, et des argiles souvent silteuses gris-vert à noires, plus rarement par des grès fins. Les assises les plus anciennes du Crétacé inférieur semblent inconnues sur le territoire cartographié.

Crétacé supérieur

La partie terminale, sénonienne, du Crétacé supérieur, évoquée sommairement dans ce paragraphe, est détaillée au titre des terrains affleurants.

• **Cénomanién.** Épaisseurs : aux deux ouvrages de référence retenus, le Cénomanién atteint respectivement 103 et 64 m d'épaisseur. À Sassay (459-8-2), il a été reconnu sur 57 m. Le forage A.E.P. de Romorantin-Lanthenay (8-2) l'a également traversé mais son épaisseur est l'objet de divergences d'interprétation.

La dissociation du Cénomanién en trois horizons lithologiques distincts, à savoir Marnes inférieures ou gaize, Sables de Vierzon, Marnes à ostracées, est moins perceptibles qu'à l'Est, au Sud-Est et au Sud. Les Sables de Vierzon, en particulier, peu épais, ont perdu leurs caractères distinctifs.

Le Cénomanién du territoire cartographié est un ensemble à dominante marneuse fréquemment glauconieux, de couleur foncée vert noirâtre à la base, souvent sableux ou gréseux au milieu, de couleur blanc-gris verdâtre à la partie supérieure où se rencontrent de fréquentes *Ostrea*.

• **Turonien et Sénonien (partie non affleurante).** En raison de la similitude des faciès locaux du Turonien terminal et du Sénonien basal, ces deux horizons sont indissociables. Le Sénonien est toutefois évoqué à nouveau au titre des terrains affleurants. De nombreux sondages ont atteint, parfois traversé, les assises turono-sénoniennes. Les données archivées sur le sujet au titre du Code minier sont reproduites sur les tableaux en annexe qui, toutefois, n'incluent pas les renseignements recueillis par Gaz de France sur le territoire des communes de Chémery et de Soings-en-Sologne, trop denses pour être reproduits ici, et qui font état de sédiments de cet âge dont l'épaisseur varie de 30,5 m (5-19 ou G-d-F Cs12) à 62 m (5-14 ou G-d-F Cs6).

Le Turonien local est représenté à sa base par une craie marneuse blanche à jaune, parfois verdâtre, finement sableuse, incluant quelques silex noirs.

Le Tuffeau de Bourré constitue la partie moyenne du Turonien. C'est une craie blonde, tendre, riche en quartz, micacée, pauvre en glauconie. Les silex, de petite taille, y sont assez rares.

Le Turonien supérieur, à fréquents silex gris blond, est une craie tendre, jaunâtre ou jaune verdâtre, riche en quartz et en glauconie, parfois micacée. La même description peut être faite du Sénonien sus-jacent.

TERRAINS AFFLEURANTS

Formations secondaires

Régionalement, les assises supérieures du Crétacé sont représentées par la Craie de Villedieu (de Villedieu-le-Château) d'âge coniacien à santonien, surmontée par la Craie de Blois d'âge campanien supérieur.

Sur le territoire cartographié, les formations dont l'âge est inclus dans ces fourchettes sont d'une part des craies (c4-6), apparaissant à la faveur de rares affleurements (naturels ou artificiels), et d'autre part, leurs formes d'altération et de silicification : les argiles à silex (Rc). Les mauvaises conditions d'affleurement ne permettent pas de rattacher les craies observées (en l'état ou altérées) à l'un ou l'autre des horizons cités.

Deux structures anticlinales font apparaître le Crétacé supérieur :

- la structure de Chémery, intéressant partiellement les communes de Chémery, de Soings-en-Sologne et de Sassay ;
- la structure dite de Villefranche-sur-Cher, dont la partie nord est occupée par Romorantin-Lanthenay et ses faubourgs.

c4-6. Coniacien à Campanien. Craie beige blanchâtre à silex, sableuse et glauconieuse (épaisseur supérieure à 46 m, selon sondage 8-33). Un calcaire crayeux, beige blanchâtre, plus ou moins glauconieux, micacé, incluant une fraction d'importance variable de sable fin quartzeux, affleure en rive gauche du ruisseau de la Grande-Brosse (commune de Chémery). Le même calcaire est accessible dans de mauvaises conditions dans d'anciennes carrières :

- sur la commune de Chémery, à 400 m au Nord-Ouest du hameau de la Luce ($x = 536,725$; $y = 264,000$; $z = 100$) ;
- sur la commune de Romorantin-Lanthenay
 - en rive droite de la Sauldre, au moulin de Longueval ($x = 557,325$; $y = 262,075$; $z = 90$ à 95),
 - au lieu-dit les Étangs ($x = 557,760$; $y = 263,625$; $z = 95$).

Les silex n'apparaissent qu'au moulin de Longueval (ailleurs, les fronts de taille dégradés sont de hauteur réduite). Selon G. Dollfus (1900, p 93-96) qui a pu observer la craie au faubourg Saint-Roch à Romorantin ($x = 556,650$; $y = 263,000$; $z = 105$), dans une carrière aujourd'hui comblée, on y remarque des lits de silex un peu diffus, souvent très gros, qui sont inclinés de 4 à 8° vers le Sud.

La craie sénonienne de Romorantin, supérieure à la Craie de Villedieu selon F. Canu (1900, p. 96-104) et G. Dollfus (1900) (donc équivalente à la Craie de Blois ?), est essentiellement constituée de bryozoaires (4/5 pour 1/5 d'argile et de sable), plus particulièrement de *Entalophora proboscidea*, espèce très largement dominante. Là où le lac de Beauce a submergé les affleurements crayeux, on note, dans ceux-ci, la présence de *Microcodium* sur plusieurs mètres de profondeur.

La fraction argileuse du sédiment est représentée par des smectites très largement dominantes, quelques interstratifiés et peu de kaolinite. L'illite apparaît en traces.

Quelques échantillons soumis à des examens micropaléontologiques indiquent qu'outre les bryozoaires, la biophase est complétée par quelques annélides, échinodermes, bivalves et silicisponges. La microfaune, en général mal conservée, est représentée par des rotaliformes de très faible taille du genre *Gavelinella* ou *Rotalia*, quelques *G. thalmani* et rares *Bolivinitella eleyi*. Lorsqu'elles sont suffisamment abondantes pour être significatives, ces faunes indiquent un âge santonien ; lorsqu'elles sont plus rares, l'âge qu'elles suggèrent s'élargit du Coniacien au Santonien. Rappelons que le Campanien (Craie de Blois) est également représenté localement : le Campanien supérieur crayeux (biozone *f*) en sondage (1-20) à la cote 79 ; le Campanien inférieur, sous sa forme silicifiée, à l'affleurement à la cote 112, au lieu-dit les Cailloux à 500 m à l'Ouest du château de Bois-Minhy, et à Aigrain à 2,5 km à l'Est de Sassay, dans une mare. D'où la notation c4-6 retenue.

Formations tertiaires

Rc. Argiles et sables à silex. Décalcification et silicification de dépôts marins sénoniens (épaisseur maximale : 26,5 m^{*}, voir tabl. 1). Le Crétacé silicifié affleure sur la butte de Chémery. Il est également présent sur les deux rives de la Sauldre à Romorantin, de même qu'en rive gauche du ruisseau de l'Étang-du-Lieu à Lanthenay. Quelques affleurements artificiels (anciennes carrières) le font aussi apparaître dans les faubourgs nord-est de Romorantin. Masqué par l'Éocène détritique, il est sub-

* Des épaisseurs supérieures sont parfois indiquées lorsque l'Éocène (eP), normalement sus-jacent, n'a pas été identifié.

N° du sondage	Éocène (e)			Crétacé silicifié (Rc) (argiles à silex)			Remarques
	Cote du toit	Épaisseur	Cote du mur	Cote du toit	Épaisseur	Cote du mur	
1-1	39,5	9,5 m	30,0				Rc non signalé
1-4	44,0	12,0 m	32,0		>13,0 m	?	
1-20	81,0	1,0 m	80,0		0 m		Rc absent
1-30	79,0	24,0 m	55,0		0 m		Rc absent
2-5	0	0 m	50,5		4,0 m	46,5	
2-8	37,0	3,0 m	34,0		17,0 m	17,0	
2-10			49,00		> 8,0 m	?	eP non signalé
3-6	23,0	29,0 m	- 6,0				Rc non signalé
4-4	41,0	4,0 m	37,0		3,0 m	34,0	
5-2	74,0	4,0 m	70,0		8,0 m	62,0	
5-25			80,0		> 6,0 m	?	eP non signalé
5-26			78,0		>14,0 m	?	eP non signalé
5-37	80,0	3,0 m	77,0		4,0 m	73,0	
5-43	105,0	37,0 m	72,0		8,0 m	64,0	
5-67			87,0		2,0 m	85,0	eP non signalé
5-84	37,0	13,0 m	24,0				Rc non signalé
5-140	90,0	3,0 m	87,0		4,0 m	83,0	
5-152			78,0		>10,0 m		eP non signalé
5-156			107,0		> 5,0 m	?	eP absent
5-157			122,0		> 8,0 m	?	eP absent
5-169	91,0	2,0 m	89,0		> 3,0 m	?	
6-1	81,0	31,0 m	50,0				Rc non signalé
6-3	83,0	4,0 m	79,0				Rc non signalé
6-6	86,0	12,0 m	74,0				Rc non signalé
6-7	93,0	6,0 m	87,0				Rc non signalé
6-8	90,0	6,0 m	84,0				Rc non signalé
6-10	79,5	6,0 m	73,5		7,0 m	66,5	
6-14	97,0	1,5 m	95,5		13,5 m	82,0	
6-16	103,0	12,0 m	91,0				Rc non signalé
6-17	94,0	25,0 m	69,0		> 6,0 m	?	
6-18	77,0	> 3,5 m	?				
6-19	72,0	> 6,0 m	?				
6-20	74,0	3,5 m	71,5				Rc non signalé
6-59	95,2	22,6 m	72,6				Rc non signalé
7-1	22,3	17,8 m	4,5		5,5 m	- 1,0	
7-3	34,0	8,5 m	25,5		13,0 m	12,5	
8-2	82,2	5,2 m	77,0		3,3 m	73,7	
8-3			64,5		43,3 m	21,2	eP non signalé
8-4			81,1		29,9 m	51,0	eP non signalé
8-10	84,2	9,2 m	75,0		26,5 m	48,5	
8-11	81,0	5,0 m	76,0				Rc non signalé
8-12	92,0	4,0 m	88,0		>10,0 m	?	
8-13	75,5	14,0 m	61,5				Rc non signalé
8-14			92,0		18,0 m	74	eP non signalé
8-17	86,5	4,5 m	82,0				Rc non signalé
8-32			92,0		36,5 m	55,5	eP non signalé
8-33			92,0		40,0 m	52,0	eP non signalé
8-34			94,7		12,2 m	82,5	eP non signalé
8-35	83,5	10,0 m	73,5		9,5 m	64,0	
8-38	96,0	32,0 m	64,0		14,0 m	50,0	
8-39	91,5	13,0 m	81,5		18,0 m	60,5	
8-40	91,0	7,0 m	84,0		22,5 m	61,5	
8-43	93,5	3,5 m	90,0				Nature substrat non connue
8-44	91,5	3,0 m	88,5		?	?	

Tableau 1 - Localisation et épaisseur de l'Éocène (eP) et du Crétacé silicifié (Rc)

affleurant au Sud-Est de Soings-en-Sologne (lieux-dits Grand-Orme, Petit-Orme, Grand-Hadry), au droit d'une petite structure anticlinale.

Les dépôts cartographiés sous la notation Rc représentent la partie terminale des sédiments sénoniens qui ont subi, sur une plus ou moins grande épaisseur, des phénomènes d'altération aboutissant à leur décalcification totale et à leur silicification partielle. Les argiles à silex du territoire de la feuille Romorantin sont beaucoup moins puissantes et moins évoluées que celles que l'on observe dans le Sancerrois, à l'Est, bien qu'elles résultent des mêmes phénomènes affectant des dépôts de même âge. Cette différence tient, peut-être, à la nature tuffeuse des sédiments locaux dont la fraction sableuse, observée depuis la faille de Sennely, semble aller croissant vers l'Ouest alors qu'elle est très faible à l'Est de l'accident. De plus, l'altération semble très irrégulière. Les coupes des sondages laissent supposer la conservation de poches du sédiment originel carbonaté dans les assises supérieures décalcifiées, ce qui expliquerait les épaisseurs très variables attribuées par l'interprétation des sondages aux argiles à silex.

À l'affleurement, les argiles à silex sont représentées par des grès fins tendres de couleur blanc jaunâtre ou des grès plus indurés de couleur brunâtre. Le grès fait souvent place à un sable quartzeux assez fin, enrobé dans une matrice argileuse versicolore : bleu, verdâtre, vert foncé à vert kaki, rougeâtre à lie-de-vin, avec fréquentes taches d'oxydation brunes. La glauconie pigmente souvent grès et sables. Le sable peut parfois disparaître totalement de sa matrice argileuse. Des phénomènes d'induration plus ou moins prononcés affectent alors localement des passées d'argiles franches, donnant à celles-ci l'aspect de porcelaine luisante. La diffractométrie par rayons X indique que dans la fraction argileuse les smectites sont légèrement plus abondantes que les kaolinites ; les interstratifiés irréguliers représentent 10 à 15 % de l'ensemble argileux.

La silicification qui n'affecte, à la base des assises décarbonatées, que le cœur des indurations gréseuses, croît rapidement vers le haut, aboutissant à une altération complète des faciès originaux. De ce fait, la partie supérieure des argiles à silex apparaît localement comme un amas de silex gris, jaunes, bruns de toutes tailles, à l'aspect parfois arrondis sans avoir été roulés, non structurés, à matrice argileuse gris verdâtre ou rougeâtre fréquemment oxydée. Ce faciès, identique aux argiles à silex du Sancerrois mais d'épaisseur beaucoup plus réduite, est localement sujet à des silicifications secondaires, de même type et vraisemblablement de même âge, que celles qui affectent la couverture détritique eP.

Prélevés en surface ou dans des déblais de sondages, quelques échantillons soumis à des examens micropaléontologiques ont conservé des faunes silicifiées qui, pour les plus riches, indiquent des âges santonien ou campanien inférieur.

eP. **Éocène indifférencié. Formation caillouteuse à éléments siliceux, roulés ou non, à matrice argilo-sableuse. Indurations siliceuses locales** (épaisseur très variable : maximum signalé 37 m ?). La butte de Chémery, point haut du territoire cartographié, est couronnée par une formation détritique grossière que l'on retrouve, plus ou moins masquée par des sables et des graviers résiduels provenant des formations de Sologne et des alluvions quaternaires, sur la petite structure anticlinale du Sud-Est de Soings-en-Sologne, de même qu'aux abords des localités de Romorantin (sur les deux rives de la Sauldre), et de Lanthenay un peu plus au Nord.

La fraction grossière de cette formation détritique est constituée de blocs de toutes tailles atteignant 200, voire 300 mm dans leur plus grande dimension, mal roulés, à l'aspect frais, de grès plus ou moins silicifiés empruntés au substrat local Rc. Présents localement, les éléments les plus caractéristiques des cailloutis sont des silex à cortex gris noirâtre, bruns à la coupe, très bien roulés, de 40 à 80 mm de taille moyenne, à nombreuses traces de chocs. La matrice est faite d'un sable très hétérométrique, essentiellement quartzueux et généralement bien roulé et d'une argile bariolée rousse, blanche, grise ou rougeâtre à lie-de-vin. On note également la présence de galets de quartz très bien roulés, bleus ou roses, de taille maximale atteignant 40 ou 50 mm.

Le cailloutis se consolide localement en poudingue très dur à ciment de calcédoine (*S*) qui, faute de coupes, n'a pas été observé en place mais toujours en blocs isolés, parfois de grande taille, dont la forme grossièrement arrondie ne résulte pas d'un transport (ex. : lieu-dit le Paradis, à 5 km au Nord-Est de Chémery). L'induration de la seule matrice sablo-argileuse, plus rare, donne des micropoudingues riches en quartz et très colorés.

Une induration ferrugineuse, donnant des colorations brunes ou rougeâtres à lie-de-vin, plus diffuse et moins tenace que la consolidation siliceuse, s'observe aussi localement. Elle intéresse surtout la fraction argilo-sableuse assez fine de la formation lorsque les gros éléments sont absents.

La diffractométrie aux rayons X indique que la fraction argileuse est constituée, en parts à peu près égales, de kaolinite, de smectite et d'interstratifiés irréguliers.

L'épaisseur de la formation eP est mal connue. À l'affleurement, ses dépôts ne sont visibles que sur quelques mètres. Les coupes des sondages font état d'épaisseurs généralement comprises entre 3 et 12 ou 13 m mais certaines indiquent des puissances très supérieures données, semble-t-il, au détriment des argiles à silex sous-jacentes dont l'épaisseur est alors sous-estimée (la réciproque est également vraie). Ajoutant à la confusion possible (ou l'expliquant), il faut tenir compte de l'existence avérée, au toit

de la craie, de profondes poches de dissolution (certaines atteindraient 15 m de profondeur) comblées de matériaux superficiels ou d'effondrement (ex. : ancienne carrière souterraine de la Grande-Brosse).

La formation eP ne recèle aucun élément de datation. Elle est tertiaire puisque reposant sur les dépôts silicifiés du Crétacé supérieur. Elle est, selon les observations locales, subordonnée au Calcaire de Beauce aquitainien mais, plus à l'Est, en bordure de Loire (1/50 000 Gien), elle est également subordonnée aux Calcaires de Briare datés par les characées du Priabonien (Ludien) supérieur. Ces données concourent à lui attribuer, comme sur les feuilles voisines de Sologne, un âge éocène anté-Ludien.

Occupant topographiquement une position sommitale, la formation eP alimente d'abondantes colluvions à cailloux roulés que l'on retrouve disséminés en surface des formations Rc et m₁ lorsque celles-ci sont situées à des positions altimétriquement inférieures.

m₁. Aquitainien. Calcaire de Beauce : calcaires fins, blancs à beige grisâtre, parfois silicifiés et marnes blanches ou roses, plus ou moins argileuses (épaisseur variable : quelques mètres sur les bordures à plus de 80 m près d'Orléans*). Les calcaires lacustres du groupe de Beauce occupent, dans le centre du bassin de Paris, un bassin subsident orienté NE-SW (fig. 3) qui présente deux zones de forte accumulation : l'un, au Nord de la Loire (Ingrannes-Pithiviers), d'orientation subméridienne, l'autre sous la Sologne (La Ferté-Saint-Aubin), orientée NE-SW. Les calcaires du groupe de Beauce sont constitués de différentes assises dont seules les plus récentes sont représentées sur le territoire de la carte Romorantin qui se situe en limite méridionale de la dépression lacustre principale.

Des dépôts isolés de quelques kilomètres carrés de superficie (ex. : lieu-dit la Brigaudière, en rive gauche de la Sauldre à 2 km au Sud-Ouest du bourg de Romorantin, où l'affleurement situé en limite sud de la feuille, emprunté par la N 722) ont également été reconnus un peu plus au Sud. Outre ces secteurs où il est affleurant ou subaffleurant, le Calcaire de Beauce est également accessible en quelques points de la ville de Romorantin, de même qu'en aval de celle-ci dans les basses vallées de deux ruisseaux, affluents de droite de la Sauldre, aux lieux-dits la Bézaudière et la Corneuse d'une part, et près de les Thivaults d'autre part. Dans tous les lieux cités, l'altitude de son toit varie de 85 à 92 m.

Les affleurements les plus étendus se situent :
– sur les bordures sud-ouest et sud-est de la butte de Chémery. Au contact de celle-ci, l'altitude du toit de la formation varie de 90 à 112 m ; elle atteint 115 m au cimetière de Sassay ;

* G. Dollfus indique même 104 m à Nouan-le-Fuzelier.

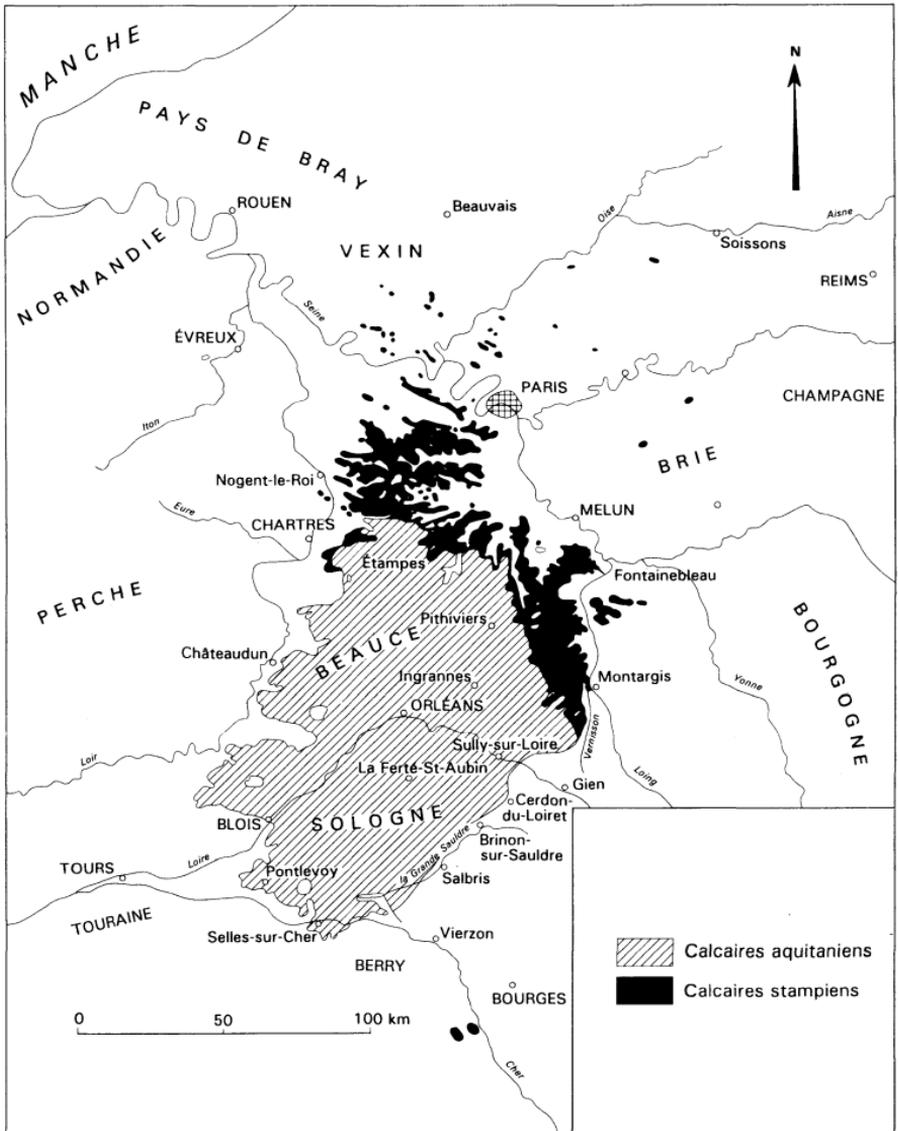


Fig. 3 - Extension des calcaires du groupe de Beauce
(d'après F. Ménéillet, 1984, adapté par R. Fleury)

– dans les vallées du Conon et de son affluent de gauche, le Courpin, à Cour-Cheverny.

Enfin, la bordure nord-est du petit anticlinal crétacé de Soings-en-Sologne est soulignée par de médiocres pointements calcaires en rive gauche d'un ruisseau affluent de la Croisne.

Selon qu'il est observé à l'affleurement ou grâce aux déblais des sondages, le Calcaire de Beauce apparaît sous des aspects différents. Aux environs de Chémery où les conditions d'affleurement sont bonnes, on observe un calcaire blanc-beige, dur, vacuolaire à l'aspect parfois travertineux, très fréquemment fracturé, sujet à des silicifications locales sous forme de silex isolés translucides, noirâtres à la coupe, plus rarement en filonnets discontinus de quelques centimètres d'épaisseur à l'aspect de meulière. Ailleurs, le calcaire apparaît poudreux ou farineux blanc jaunâtre. Les relations géométriques entre ces deux faciès affleurants n'ont pas été observées.

En sondage, le toit de la formation est toujours marneux, au moins sur plusieurs mètres d'épaisseur. Il s'agit d'une marne de compacité variable, à l'aspect onctueux, blanche ou rose, quelquefois très légèrement brunâtre. Inclus dans le corps marneux, les calcaires indurés apparaissent sous forme de bancs de quelques centimètres à quelques décimètres d'épaisseur, portant localement des silicifications translucides.

Ces observations confirment celles de F. Ménéillet (1980) selon qui « les calcaires de Beauce sont généralement mal stratifiés. Les différents lithofaciès apparaissent associés de trois manières : la superposition plus ou moins stratiforme, le passage latéral ou oblique plus ou moins brutal, l'imbrication ». Cette absence d'organisation exclurait l'idée d'un grand lac de Beauce évoquant une nappe d'eau continue et profonde. La sédimentation se serait effectuée sous faible tranche d'eau, dans une aire étendue, légèrement subsidente, mais temporairement et localement exondée.

La fraction argileuse des assises marneuses supérieures de la formation est constituée majoritairement, parfois exclusivement, de sépiolite, qui, pour des valeurs ramenées à 10 s'étage de 6 à 9. L'attapulгите*, autre argile fibreuse, moins fréquente, est représentée par des valeurs toujours faibles (0,5 à 1/10), accompagnée le plus souvent d'illite en traces. La seconde famille argileuse, par ordre d'importance, est représentée par des interstratifiés irréguliers presque toujours présents mais rarement prédominants sur la sépiolite. Kaolinite et smectite sont rarement signalées.

* Sur le territoire de la feuille Salbris, à l'Est, les quelques analyses effectuées donnent prééminence à l'attapulгите sur la sépiolite (Fleury *et al.*, 1992).

Quelques sondages de reconnaissance cartographique ont traversé la formation de Beauce sur ses bordures. Ils ont mis en évidence :

- au toit des dépôts lacustres, l'existence d'argiles vert foncé (attapulgite ?) sous forme de filonnets ou de granules à peine indurés. De telles argiles s'observent également à l'affleurement ;
- à leur base, la présence, parfois sur plusieurs mètres d'épaisseur, inclus dans les dépôts carbonatés, de matériaux empruntés au substrat avoisinant par lessivage ou colluvionnement : galets de silex et argiles bariolées (eP), sables et débris gréseux, parfois glauconieux, silex (Rc).

D'autres sondages, entrepris pour la plupart aux fins de recherche d'eau, ont également traversé le Calcaire de Beauce. Ils montrent que l'épaisseur de la formation, va globalement croissant du Sud vers le Nord (de la bordure vers le centre du bassin). Quelques puissances relevées sont supérieures à 30 m : sondages 1-1 : 30,5 m (de la cote 39,5 à la cote 70) ; 2-8 : 34 m (37 à 71) ; 2-11 : > 52 m (? à 74) ; 3-6 : 43 m (23 à 66) ; 4-4 : 32 m (41 à 73) ; 5-84 : 44 m (37 à 81). L'épaisseur maximale reconnue est supérieure à 65 m au sondage 4-1 (toit à la cote 71).

Aucun macrofossile n'a été trouvé à l'affleurement. Les microfossiles sont par contre assez abondants dans les marnes du toit de la formation reconnues par sondages. La microflore est représentée par des *Microcodium* et par des gyrogonites de charophytes ; ces deux vestiges étant exclusifs l'un de l'autre.

Les characées, fréquentes, se rencontrent au sein d'une association comprenant presque toujours des microgastéropodes à enroulement plan spiral, un peu moins fréquemment des ostracodes lisses à test mince, plus rarement des bivalves à test mince. Plus curieusement, des foraminifères discorbidés (indice d'eaux salées) s'y rencontrent parfois ; leur présence témoigne d'une liaison avec les dépôts marins de même âge reconnus en Touraine (Charrier *et al.*, 1980). Les charophytes sont identiques à celles rencontrées sur le territoire de la feuille Salbris, à savoir essentiellement *Chara elongata* et *Stephanochara cf. ungeri*, et témoignent d'un âge aquitainien du dépôt.

Quelques kilomètres au Sud du territoire cartographié, l'important gisement de mammifères de Selles-sur-Cher (Ginsburg et Huguency, 1980) date l'Aquitainien supérieur.

m2-3. Burdigalien à Langhien. Sables et marnes de l'Orléanais et du Blésois : sables hétérométriques généralement quartzo-feldspathiques, argiles, marnes, localement calcaires (épaisseur : maximale > 40 m). À la sédimentation lacustre régionale du Calcaire de Beauce succède en Sologne une sédimentation fluvio-lacustre riche en éléments détritiques.

La stratigraphie des dépôts de Beauce et de Sologne a été longue et délicate à établir, plus particulièrement pour ce qui concerne leur limite

commune. Il revient à G. Denizot (1927) d'avoir clarifié le sujet en classant les différents termes sédimentaires de la vallée de la Loire, de l'Orléanais au Blésois, en un groupe de Beauce (Aquitainien) auquel succède le groupe de Sologne, lui-même constitué des Sables de l'Orléanais (Burdigalien) que surmontent les Sables et argiles de Sologne (présûmés burdigaliens eux aussi par cet auteur). Fondamentalement, cette conception n'a plus été remise en cause. De nombreuses études, paléontologiques pour les plus marquantes, ont apporté des précisions d'ordre chronologique. Après G. Lecointre (1947, p. 127), la synthèse géologique du bassin de Paris (Mégny, 1980) propose d'appeler « Sables et marnes de l'Orléanais et du Blésois » le terme de base du groupe de Sologne.

À l'exception de la butte crétacée de Chémery, préservée par son altitude, les Sables et marnes de l'Orléanais et du Blésois (il faudrait y ajouter les argiles) ont recouvert la totalité du territoire cartographié. Leur aire d'extension, débordant celle du Calcaire de Beauce, inclut une partie des anticlinaux crétacés respectés par celui-ci. On les retrouve, à l'état résiduel ou en poches, sur les affleurements éocènes de Romorantin, de Lanthenay et du Sud-Ouest de Soings-en-Sologne.

Les Sables et marnes de l'Orléanais et du Blésois (Smob) ont globalement (fraction calcaire exceptée) la même composition que les Sables et argiles de Sologne auxquels ils sont subordonnés. Ils sont constitués :

- de sables, généralement quartzo-feldspathiques, parfois exclusivement quartzeux, très hétérométriques, qui incluent localement quelques graviers siliceux (15 à 20 mm max.), irrégulièrement roulés, rencontrés dans la partie inférieure, voire à la base de la formation ;
- de silts exclusivement quartzeux d'apparence (mais en fait également feldspathiques) ;
- d'argiles aux couleurs variées de tons pastel : beige, bleuâtre, grisâtre plus ou moins foncé, verdâtre. Les phénomènes d'oxydation sont peu fréquents et se manifestent de façon diffuse. Les colorations vert foncé et noires se rencontrent exclusivement dans les Smob. Elles affectent parfois (et caractérisent) des argiles modérément indurées, cireuses à la coupe, silteuses ou non, jamais sableuses. Dans l'Est de la Sologne (Fleury, 1990, 1991 ; Fleury *et al.*, 1995), de tels faciès ont été, par méconnaissance, intégrés aux Sables et argiles de Sologne ;
- de marnes, colorées comme les argiles, beaucoup moins fréquentes que celles-ci et généralement silteuses ;
- de calcaire poudreux, généralement disséminé dans les argiles. On le trouve aussi en agrégats pulvérulents de petite taille et en granules très indurés de taille variable (quelques mm à 20 ou 30 mm) parfois disposés en lits subhorizontaux dans les silts, les argiles et les sables.

Les constituants sableux, silteux, marneux ou argileux se rencontrent parfois en strates distinctes mais plus fréquemment mélangés dans des

proportions variables. Cette diversité lithologique conjuguée aux différentes teintes des argiles et des marnes confère aux Smob des aspects très variés dans le détail que l'on retrouve, différemment ordonnés, en tous points de la formation, d'où l'apparence d'une certaine monotonie lorsque le bassin sédimentaire est considéré dans son ensemble.

Les calcaires, qui constituent le critère distinctif le plus évident permettant de dissocier stratigraphiquement les Smob des Sables et argiles de Sologne sus-jacents, sont irrégulièrement répartis au sein de cet ensemble. Sur une même verticale, certaines strates ou loupes en contiennent, parfois abondamment, d'autres en sont dépourvues. Outre cette répartition capricieuse, on constate que la représentation carbonatée apparaît anormalement faible, voire nulle, dans certains secteurs (de part et d'autre d'une ligne joignant Mur-de-Sologne à Gy-en-Sologne, par exemple) d'où risque d'erreur d'interprétation si ce seul critère d'attribution stratigraphique est pris en compte.

Le faciès le plus caractéristique (mais non le plus fréquent) des Sables et marnes de l'Orléanais et du Blésois est un sable quartzo-feldspathique hétérométrique, incluant ou non des éléments calcaires, baignant dans une matrice liquide parfois rousse mais plus souvent noire à débris végétaux. Dans ce dernier cas, les sables sont en quelques endroits interstratifiés avec des argiles, noires également. De tels faciès sont fréquents dans le quadrilatère délimité par les localités de Cheverny, Fontaine-en-Sologne, Soings-en-Sologne et Contres, où leur épaisseur est généralement comprise entre 5 et 10 m. Sur le site du sondage 1-17, elle atteint cependant 15,5 m. Dans ce secteur, ils reposent sur le Calcaire de Beauce, dont ils comblent en partie une dépression locale étroite, mimant de ce fait une disposition chenalisée, d'écoulement SW-NE selon la pente de leur toit dont l'altitude varie de 90 m environ à 68 m. Au sondage 8-42, ils sont épais de 4 m et reposent également sur le Calcaire de Beauce.

Les sondages 6-44 et 6-52 ont également rencontré des sables à matrice noire. Dans le premier, ils sont répartis en deux couches entre les cotes 83 à 91 et 101,5 à 108. Dans le second, implanté entre deux anciennes marnières, les sables noirs sont présents sur 10 m d'épaisseur entre les cotes 96 et 106, les carbonates sont absents de ces forages.

L'épaisseur des Smob est donnée par quelques sondages de reconnaissance implantés dans les interfluves. Les puissances supérieures à 20 m sont fréquentes ; quelques-unes excèdent très largement ce chiffre : 31 m (1-18) ; 35 m (2-16) ; 32,5 m (6-55). L'épaisseur maximale reconnue est de 40,5 m sur le site 1-17.

Les nombreux échantillons prélevés dans les Sables et marnes de l'Orléanais et du Blésois ont permis d'étudier la minéralogie des fractions sableuse et argileuse de la formation (tabl. 2). Relativement,

	Tou	Zir	RAB	Gre	And	Sta	Dis	Sil	Epi	Mon
S. "deltaïques"	32	16	8	2	14	23	2	1	2	0,3
Faluns	31	9	7	9	14	24	2	2	3	0
S. Sologne	26	19	9	1	14	21	2	3	0	5
S. Orléanais	31	26	7	3	9	13	2	2	5	1

Tableau 2 - Comparaison des minéraux lourds des différents corps sableux du territoire de la feuille Romorantin. Pourcentage moyen des minéraux lourds en nombre de grains dans la fraction 0,08-0,160 mm. **Tou** : tourmaline ; **Zir** : zircon ; **RAB** : rutile, anatase, brookite ; **Gre** : grenat ; **And** : andalousite ; **Sta** : staurotide ; **Dis** : disthène ; **Sil** : sillimanite ; **Epi** : épidote ; **Mon** : monazite.

aux autres corps sableux du territoire cartographié, les Smob se caractérisent par leur richesse en épidote (5 % en moyenne avec un maximum de 20 %) et en zircon (26 % en moyenne), et leur faible concentration en staurotide (13 %) et en andalousite (9 %). Leurs teneurs moyennes en grenat (3 % avec un maximum de 10 %) et en tourmaline (31 %) sont supérieures à celles des Sables et argiles de Sologne, qui, pour les mêmes minéraux, présentent respectivement des teneurs moyennes de 1 % et de 26 %.

Quarante-huit échantillons argileux prélevés par sondage en tous lieux du territoire cartographié et à tous les niveaux de la formation ont été soumis à des examens par diffractométrie aux rayons X. Le cortège minéralogique argileux est assez constant. Pour une somme argileuse de 10, la kaolinite est représentée par 0,8 (variation maximale : 0 à 2,5 ; représentation fréquente : 0,5 à 1,5), l'illite par 0,1 (variation maximale : 0 à 1,5 ; représentation fréquente : traces à 0,5), les interstratifiés irréguliers par 3,3 (variation maximale : 0 à 7 ; représentation fréquente : 3 à 4,5). Avec 5,7/10 de la fraction argileuse, les smectites (montmorillonite) sont les plus abondantes et les plus régulièrement représentées ; elles ne sont absentes que de deux échantillons (variation maximale : 1,5 à 9). Trois échantillons des niveaux noirs sablo-argileux de base de la formation ont une fraction argileuse constituée exclusivement de smectite.

Un grand nombre d'échantillons prélevés par sondages ont été soumis à l'analyse pollinique. Quelques-uns d'entre eux, très fossilifères ont révélé une riche microflore ; n'ont été retenus que les échantillons contenant les 300 à 400 grains de pollen nécessaires à l'évaluation des pourcentages des différents taxons. Les taxons recensés sont représentés par :

– des conifères : *Pinus* type *diploxylon*, *Cathaya*, *Picea*, *Sequoia*, *Tsuga*, taxodiacées ;

- des espèces « arcto-tertiaires » : *Engelhardtia*, *Carya*, *Pterocarya*, associées parfois à de très rares *Symplocos*, *Liquidambar*, *Nyssa*, sapotacées ;
- des feuillus : *Quercus*, *Betula*, *Corylus*, *Alnus*, *Ulmus*... ;
- des herbacées terrestres : compositées, éricacées, graminées, chénopodiacées, umbellifères, *Artemisia* ;
- des herbacées aquatiques : *Myriophyllum*, *Typha*, cyprèsacées ;
- du phytoplancton laguno-marin ; dans certains échantillons on a pu observer la présence d'acritarches.

Les feuilles à 1/50 000 de l'Est-solognot, avaient révélé la présence d'associations microfloristiques classées 1, 2 et 3, reflets de conditions climatiques différentes. L'association 1, représentée uniquement par des taxons classiquement rencontrés dans le Quaternaire (tout le cortège des feuillus européens et des herbacées), n'a pas été retrouvée à Romorantin. Seules les associations 2 et 3 sont reconnues :

- association 2a à conifères dominants associés à des feuillus, herbacées et quelques *Carya*, *Pterocarya*, *Engelhardtia* ;
- association 2b à cachet plus frais avec *Carya*, *Pterocarya*, *Engelhardtia*, feuillus, herbacées. La microflore est dominée conjointement par les conifères et les herbacées terrestres ;
- association 2c nettement tempérée, dominée par les arbres de la forêt caducifoliée (*Engelhardtia*, *Carya* sont présents).

Il est impossible de définir une chronologie dans ces trois associations ;

- association 3 dominée par les conifères mais avec des taxons à affinité tertiaire : *Liquidambar*, *Nyssa*, *Symplocos*, sapotacées. Cette association 3 pourrait être antérieure aux associations 2a, 2b, 2c (?).

Dans chacune des associations décrites ci-dessus, certains niveaux révèlent la présence de phytoplancton laguno-marin.

Les horizons sablo-argileux noirs, plus particulièrement ceux du secteur nord-ouest, recèlent en outre des vestiges qui ne se rencontrent nulle part ailleurs dans la formation : par exemple, des minéraux assez fréquents comme la pyrite, ou plus rares comme le corindon et la barytine (trouvée aussi exceptionnellement dans les Sables et argiles de Sologne), ou d'autres, indicateurs d'eau salée, comme la glauconie et le gypse. L'hypothèse d'influences marines, révélées par la cartographie des feuilles à 1/50 000 Aubigny-sur-Nère et Salbris, est renforcée par de nouvelles découvertes, dans les sondages 1-17, 1-18 et 1-19 de phytoplancton marin ou saumâtre, non déterminable spécifiquement. À la base du sondage 1-17, ont été rencontrés *Unio* cf. *flabellatus* et *Brotia aquitanica*, bivalve et gastéropode fluviatiles (détermination C. Cavelier), associés à une espèce d'acritarce (également présent à l'affleurement à 2 km au Sud-Ouest de Cheverny) dénotant une influence marine, également attestée par l'usure des quartz (J. Tourenq).

Les constituants des Smob, originaires du Massif central comme en témoigne leur cortège minéralogique, ont transité par la vallée de la Loire. Malgré les faibles traces d'usure qu'ils portent, les quartz et feldspaths de la fraction sableuse ont voyagé à l'état grenu ; aucun des rares points d'observation ne laisse supposer leur transit sous forme de galets.

La sédimentation des Sables et marnes de l'Orléanais et du Blésois a été régie par un processus fluvio-lacustre. La contribution fluviale, fort probablement disposée en chenaux méandrisants peut-être anastomosés (l'interprétation des coupes des sondages autorise cette hypothèse), est étroitement mêlée à des dépôts argileux et marneux dont le caractère lacustre est attesté par les restes de characées et de *Microcodium* qu'ils recèlent. À la base de ce milieu sédimentaire monotone, des influences marines ou lagunaires sont suggérées par des indices ténus mais répétés.

À défaut d'arguments de datation probants recueillis sur le territoire cartographié, la bibliographie est riche d'études consacrées à l'âge des Smob.

Quelques gisements répartis dans le val de Loire : Chitenay, Neuville-aux-Bois, Chilleurs-aux-Bois, Artenay, Suèvres, Chevilly, Baigneaux, ont fourni d'abondants restes fossiles continentaux d'âge burdigalien : mammifères, mollusques, poissons, reptiles étudiés par H.G. Stehlin (1907, 1925), L. Mayet (1908), G. Denizot (1927), et plus tard par L. Ginsburg (1972, 1974, 1975, 1980), L. Ginsburg et P. Janvier (1970, 1971), L. Ginsburg et S. Sen (1977), L. Ginsburg *et al.* (1987).

Soupçonné par les premiers auteurs, le caractère plus récent (Burdigalien à Langhien) de deux autres gisements du val de Loire, Beaugency et Tavers, est confirmé par L. Ginsburg (1974).

m3. Langhien. Sables marins fossilifères (faluns), argiles interstratifiées, consolidations gréseuses (épaisseur de l'ordre de 30 m). Venant de l'Ouest, la dernière transgression marine marquée par des dépôts localement pluridécamétriques, les faluns, submerge l'Anjou et la Touraine. Sur le territoire cartographié, les dépôts faluniens occupent la bordure nord de la butte de Chémery, s'étendant vers l'Est jusqu'à la localité de Soings-en-Sologne qu'ils enserrent par deux digitations poussées au Nord et au Sud du bourg. Le golfe qu'ils dessinent, en prolongement des affleurements reconnus sur le territoire de la feuille Montrichard, a une largeur maximale légèrement supérieure à 2 km.

Au Sud-Est de la butte de Chémery, deux petits affleurements, de délimitation malaisée et d'épaisseur non connue, sont révélés par deux petites carrières situées, l'une à 250 m au Nord-Est du lieu-dit Gennetenne, l'autre, au Sud-Est de la première, est à mi-chemin entre les lieux-dits le Carroir des Montils et l'Angebaudière.

Les faluns sont des sables meubles, blond jaunâtre, quartzeux pour l'essentiel, pauvres en feldspaths, de différentes granularités, où s'observent diverses figures de sédimentation :

- litages entrecroisés d'épaisseur centimétrique dans lesquels les faisceaux sont soulignés par un classement granodécroissant de la taille des sables et par la présence de galets de quartz à leur base ;
- faisceaux obliques de différentes inclinaisons regroupées en couches d'épaisseurs variables.

Ces figures de sédimentation, soulignées fréquemment de galets argileux aplatis, disposés conformément à la stratification, sont regroupées en ensembles formant des lits de 2 à 3 m d'épaisseur, quelquefois plus, généralement subhorizontaux plus ou moins ondulés, ou dessinant des loupes ou des auges tronquées longitudinalement ou transversalement par des figures postérieures. On peut les interpréter comme un litage oblique arqué résultant de mégarides. La base des auges est parfois soulignée par des argiles verdâtres, fétides, d'épaisseur irrégulière variant de quelques centimètres à deux ou trois décimètres, qui se sont révélées être des bedellites. Parfois disposées en strates comme les argiles et localement en relation avec elles, on observe également des concentrations de calcaire pulvérulent.

Les sables faluniens sont généralement riches en débris de coquilles : gastéropodes, lamellibranches ; les ostréidés et les pectinidés sont fréquents. La concentration de ces fossiles est très variable ; certaines strates en sont pétries alors que d'autres en contiennent peu. Le front de taille des carrières fait apparaître des zones, indépendantes de la stratification, où les débris coquilliers font défaut ; la masse sableuse, alors plus grise, accuse probablement un phénomène local de décalcification.

D'une carrière à l'autre, des particularités se révèlent. Certains fronts de taille montrent, essentiellement dans les sédiments fins, de fréquentes consolidations gréseuses à ciment calcaireux sous forme de poupées ou de miches allongées, parfois de filonnets, respectant la stratification. D'autres mettent en évidence une concentration d'éléments grossiers, absents ailleurs : galets siliceux de toutes tailles, jusqu'à 50 mm, blancs à brun noirâtre, très souvent scoriacés, accompagnés de débris roulés de grosses coquilles.

À leur partie supérieure, toutes les carrières montrent un niveau d'altération dont l'épaisseur varie de quelques décimètres à deux ou trois mètres. Le sable est alors décarbonaté, la coloration rouge brunâtre, l'aspect plus argileux. Le litage est, dans l'ensemble, conservé. L'altération superficielle, dont la base très irrégulière forme fréquemment des poches, est marquée par quelques fentes en coin et de rares festons de cryoturbation.

Les études sédimentologiques (Decailot, 1970 ; Camy-Peyret et Vuilleumier, 1973) indiquent que les faluns sont des dépôts néritiques proches du rivage sédimentés par des courants de compétences variées,

parfois violents, occasionnés par de fortes marées d'où les changements de structure observés. De telles conditions se rencontrent aujourd'hui en baies de Somme et du Mont-Saint-Michel (Tourenq *et al.*, 1971).

Le cortège minéralogique lourd des sables faluniens est constitué de 24 % de staurotide, 14 % d'andalousite, 2 % de disthène, 2 % de sillimanite, 31 % de tourmaline, 3 % d'épidote (teneur maximale 8 %), 7 % de minéraux titanés (rutile, anatase, brookite). Ce cortège se différencie de celui des autres corps sableux du territoire cartographié par sa pauvreté en zircon (9 %) et sa richesse en grenat (9 %) également (maximum 19 %). La monazite est absente (cf. tabl. 2).

Les sondages de reconnaissance, révèlent que les faluns sont, pour l'essentiel, emboîtés dans les Sables et marnes de l'Orléanais et du Blésois (Smob) qui constituent leur substrat le plus fréquent. Ces constatations rejoignent celles déjà formulées par J.J. Macaire et L. Rasplus (1975) à propos des mêmes faluns situés à l'Ouest (1/50 000 Montrichard). Dans le secteur allant de Contres à Soings-en-Sologne, les faluns ont également pour substrat des sédiments argileux, argilo-sableux ou sableux, appartenant soit au toit décarbonaté des Smob, soit à la base des Sables et argiles de Sologne. Cette superposition représente la seule relation observée entre les faluns et les Sables et argiles de Sologne (encore qu'assortie d'une grande réserve quant à son interprétation).

On rencontre également les faluns au contact du Crétacé silicifié, recouvert, au droit du sondage 5-162, d'un maigre dépôt résiduel de calcaire lacustre et au contact de l'Éocène détritique (sondage 5-169). Le contact direct entre les faluns et le Calcaire de Beauce est incertain sur le territoire cartographié (voir ci-dessous).

L'épaisseur des sables faluniens est très variable : sondage 5-126 : 12 m ; 5-169 : 7 m ; 5-170 : 5,2 m ; 5-172 : 6,5 m ; 5-173 : 9,2 m ; 5-174 : 7,4 m ; 5-175 : 8,6 m ; 5-177 : 2,8 m. L'épaisseur maximale a été rencontrée par le sondage 5-160 ; elle est de 28 m, peut-être même de 33,5 m, si les sables grossiers de base de ce sondage reposant sur le Calcaire de Beauce, sont faluniens et n'appartiennent pas aux Smob.

Les faluns recèlent des restes fossiles, marins et terrestres, d'une exceptionnelle richesse. Toutes les récoltes ont été faites dans les carrières du secteur Pontlevoy-Thenay ; aucune découverte déterminante ne concerne le territoire cartographié.

Les restes de mammifères terrestres récoltés à la fin du siècle dernier par l'abbé Bourgeois à Pontlevoy ont été étudiés par L. Mayet (1908) et H.G. Stehlin (1925). Leurs travaux sont, depuis les années soixante, complétés par ceux de L. Ginsburg. Les découvertes de Pontlevoy, datant l'« Helvétien » (aujourd'hui Langhien) inférieur concernent la base des faluns. Elles ont été faites dans des sables aux caractères mixtes fluviatiles et marins où se retrouvent quelques espèces plus archaïques déjà

rencontrées dans les gisements continentaux de Baigneaux et de Chevilly, d'âge burdigalien supérieur.

L. Ginsburg (1980), reprenant et complétant les listes antérieures, cite, pour les couches mixtes de base : des insectivores, des primates (apparition des premiers anthropoïdes), des lagomorphes, des rongeurs, des créodontes, des carnivores, des proboscidiens, des périssodactyles, des artiodactyles ; puis, au-dessus, dans des couches purement marines : primates, lagomorphes, rongeurs, périssodactyles et artiodactyles.

Des micromammifères, terrestres également, sont signalés à Thenay (Ginsburg et Sen, 1977) que ces auteurs mettent en parallèle avec les microfaunes de Vieux-Collonges d'âge langhien (échelon MN5 de la chronologie mammalienne).

Les restes les plus abondants sont cependant d'origine marine. Ils sont pour l'essentiel représentés par des invertébrés dont on recense plus d'un millier d'espèces : mollusques (céphalopodes, scaphopodes, gastéropodes, lamellibranches, brachiopodes), bryozoaires, foraminifères (Margerel, 1980, en signale 30 espèces à la Rangère, 1/50 000 Montrichard), polypiers, ostracodes. Assez curieusement, les restes de poissons sont relativement peu fréquents. Des mammifères marins sont également signalés (Ginsburg et Janvier, 1971) mais la liste des espèces propres aux faluns du Blésois n'est pas donnée.

L'étude comparative des faunes marines fossiles, plus particulièrement celle des mammifères, avec les faunes actuelles, indique que la majorité de ces animaux vivaient dans des mers chaudes confirmant le caractère subtropical à tempéré de la mer des faluns, déjà révélé par la sédimentologie.

m-p. Miocène moyen à Pliocène inférieur. Sables et argiles de Sologne : sables hétérométriques quartzo-feldspathiques et argiles interstratifiées (épaisseur maximale : de l'ordre de 30 m). Les Sables et argiles de Sologne représentent le terme supérieur du groupe de Sologne (Denizot, 1927) alors que les Sables et marnes de l'Orléanais et du Blésois en constituent le terme de base.

Sur le territoire des cartes Salbris et Argent-sur-Sauldre, la distinction entre les deux formations du groupe de Sologne est basée exclusivement sur la présence de carbonates dans le terme de base alors que les Sables et argiles de Sologne en sont dépourvus.

Les levés de terrain et l'exécution des sondages cartographiques sur le territoire du 1/50 000 Romorantin ont révélé le caractère restrictif de ce critère. Il apparaît aujourd'hui que, sur les cartes géologiques solognotes éditées depuis 1990, l'importance des Sables et argiles de Sologne a été surestimée au détriment de celle des Sables et marnes de l'Orléanais et du Blésois (Smob).

Certains faciès décarbonatés, attribués aux Sables et argiles de Sologne, appartiennent, en fait, à l'ensemble qui leur est subordonné :

- les horizons sableux ou argileux noirâtres riches en débris végétaux ;
- les strates à petits et rares graviers silicieux (silex disséminés) généralement signalés vers la base de la formation ;
- les faciès argileux verts ou vert foncé, meubles ou indurés en pélites cireuses à la coupe.

Sur le territoire du 1/50 000 Romorantin, l'extension des Sables et argiles de Sologne apparaît plus réduite que celle des Smob sous-jacents. Bien représentés dans l'Est du territoire, ils disparaissent sans atteindre sa bordure ouest. Leur limite occidentale est jalonnée par la localité de Cour-Cheverny et les reliefs étroits portant une partie de la forêt de Cheverny. À proximité de Soings-en-Sologne, ils sont au contact des dépôts faluniens. Vers le Sud, ils restent en rive gauche de la Croisne.

Faute de points d'observation en carrière, les sondages de reconnaissance fournissent l'essentiel des renseignements concernant la formation. Confirmant les indications recueillies à l'Est, ils montrent que les Sables et argiles de Sologne représentent un ensemble lithologique diversifié résultant de l'interstratification et du mélange en proportions variables de sables, de silts et d'argiles aux couleurs variées :

- les *sables et silts* sont constitués pour l'essentiel de quartz et accessoirement de feldspaths. Ceux-ci, potassiques pour la plus grande part, représentent 1/4 à 1/3 de la masse sableuse. Ils sont irrégulièrement altérés, parfois très peu. Bien représentés dans les strates grossières, ils le sont apparemment moins dans les fractions fines ; les silts, par exemple, sont presque exclusivement quartzeux.

Les sables, plus particulièrement ceux de granularité moyenne et fine, ainsi que les silts, sont fréquemment enrobés d'une matrice argileuse d'importance variable, et sous cette forme interstratifiés dans les horizons argileux ou franchement sableux.

Les indurations sableuses, de surface ou peu profondes, à l'aspect de grès arkosique grossier, observées à l'amont du système solognot, n'ont pas été rencontrées sur le territoire cartographié.

Les minéraux lourds de la fraction sableuse sont caractérisés par l'absence quasi totale de l'épidote et la très faible teneur du grenat (1 %) tandis que la staurodite (21 %) et l'andalousite (14 %) ont les mêmes valeurs moyennes que dans les faluns et les sables deltaïques. Comme dans ces deux formations, la tourmaline (26 %) est plus abondante que le zircon (19 %). La teneur en minéraux titanés (9 %) est identique à celle de tous les autres corps sableux. Il faut noter aussi la teneur en monazite (5 %) qui est absente dans les sables deltaïques et les faluns (cf. tabl. 2) ;

- les *argiles*, mélangées ou non à des sables ou des silts, sont de couleurs variées aux tons pastel. Parfois verdâtre clair ou bleuâtres, elles sont plus fréquemment grisâtres ou gris bleuté, rarement gris foncé. Leur couleur

dominante est toutefois jaune-beige. Les plages d'oxydation, rarement accentuées, sont fréquentes sous l'apparence de tavelures bistres ; elles se rencontrent à toutes les profondeurs. Il n'a pas été observé d'indurations argileuses ; celles-ci concernent, semble-t-il, exclusivement les termes de base du groupe de Sologne : les Smob.

Dix-huit échantillons argileux ont été soumis à des examens par diffractométrie aux rayons X. Pour une somme argileuse de 10, la kaolinite est représentée par 1,7 (variations maximales : 1,5 à 4) ; l'illite par 0,25 (variations maximales : 0 à 2, elle apparaît fréquemment en traces) ; les smectites par 4,5 (variations maximales : 2,5 à 8), c'est le minéral argileux le mieux représenté ; les interstratifiés par 3,55 (variations maximales : 0 à 5). Comparée à celle des Smob sous-jacents, la fraction argileuse des Sables et argiles de Sologne apparaît plus riche en kaolinite et illite et plus faible en smectite pour un pourcentage d'interstratifiés équivalent.

Confirmant un amincissement global se manifestant d'Est en Ouest, la puissance des Sables et argiles de Sologne est, sur le territoire cartographié, fréquemment inférieure à 20,0 m principalement dans la partie ouest. En quelques points, elle atteint ou dépasse cette épaisseur : 27 m (sondage 2-15) ; 20 m (3-10) ; 21,5 m (6-48) ; 24 m (7-10) ; 22 m (8-42) ; 28,5 ou 31,5 m (7-11).

Les difficultés à dissocier les deux termes du groupe de Sologne, lorsque les carbonates sont absents du terme de base, apparaissent sur quelques sites où l'épaisseur des Sables et argiles de Sologne semble très nettement surestimée avec : 22 m (6-39) ; 26,5 m (6-43) ; 28 m (7-14) mais surtout 35 m (4-6) et > 46 m (3-11).

Les Sables et argiles de Sologne sont constitués d'éléments, acheminés sous forme grenue, provenant de la désagrégation et de la décomposition de roches granitiques et métamorphiques du Massif central.

Selon H. Douvillé (1878), E. Chaput (1917), G. Denizot (1927), A. Vatan (1947), ces matériaux auraient été acheminés dans la dépression solognote par le Cher. L. Rasplus (1978) reprend l'hypothèse et élimine la Loire en tant que voie de transit possible, en raison de l'absence de minéraux lourds du volcanisme dans les Sables et argiles de Sologne. Cependant les levés de la feuille Maringues ont montré que des formations ligériennes, en l'occurrence les Sables de Vendat*, pouvaient être dépourvus de tels minéraux. La Loire apparaît donc bien comme la voie de transit naturelle des matériaux du groupe de Sologne.

Fluvio-lacustre pour les Smob sous-jacents (gastéropodes fluviatiles dans les sables, charophytes dans les argiles calcareuses), le régime de sédimentation des Sables et argiles de Sologne apparaît identique. Rien dans leur disposition lithologique ne permet de distinguer les deux

* Lithologiquement identiques ou très proches des Sables et marnes de l'Orléanais et du Blésois, et carbonatés également.

horizons du groupe de Sologne. L. Rasplus (1978, p. 312) a évoqué, à propos de la Sologne, la possibilité d'un delta intracontinental où les matériaux seraient venus se déverser avant d'être repris par les crues des rivières et transportés plus en aval. La coexistence des deux régimes apparaît possible, le premier intéressant l'amont, le second régissant l'aval du système solognot.

En dehors de la microflore provenant d'argiles grises du sondage 1-16 à 7,7 m de profondeur qui a fourni une association pollinique dominée par des *Compositae* (herbacées) associées à des éléments steppiques (*Ephedra*) suggérant une période de refroidissement, les Sables et argiles de Sologne ne recèlent aucun élément de datation. Leur âge est à rechercher dans leurs relations avec les autres formations.

Depuis H. Douvillé (1880, p. 247) et D. Denizot (1927, p. 419), il était admis que la formation de Sologne était d'âge burdigalien parce que subordonnée aux faluns du Blésois langhiens, alors que l'auteur de la présente carte a rejeté cette relation (Fleury, 1992, p. 22) qu'il estimait non fondée sur des observations probantes. Les reconnaissances complémentaires modèrent cette certitude. Au voisinage de Soings-en-Sologne, alors que le corps principal falunien est emboîté dans les Sables et marnes de l'Orléanais et du Blésois, ses termes supérieurs reposent parfois sur des sédiments argileux ou argilo-sableux qui représentent soit le sommet décarbonaté des Smob, soit la base des Sables et argiles de Sologne.

Le dépôt de cette formation aurait donc pu débiter au cours du Langhien en continuité sédimentaire des Smob dont les termes ultimes (gisements de Beaugency-Tavers) sont d'âge langhien inférieur. Dépourvus de minéraux lourds du volcanisme mondorien, les Sables et argiles de Sologne sont en outre stratigraphiquement antérieurs aux Sables et argiles du Bourbonnais du Pliocène supérieur (Tourenq, 1989). Leur notation simplifiée m-p (pour m₃-p₁) reste d'actualité (m₄-p₁ avait été proposé dans la notice de la feuille Salbris ; Fleury *et al.*, 1992).

m-pS. Miocène moyen à Pliocène inférieur (?). Sables estuariens : sables hétérométriques quartzo-feldspathiques à graviers siliceux cariés (épaisseur : 2 à 10 m). J.J. Macaire et L. Rasplus (1975) signalent, au-dessus des faluns de la plaine des Rasoirs (1/50 000 Montrichard), des sables hétérométriques non carbonatés, rubéfiés, présentant des caractères (minéralogiques et morphoscopiques en particulier) tenant à la fois de ceux des faluns et de ceux des sables du groupe de Sologne, que ces auteurs présumant s'être déposés en milieu estuarien ou deltaïque. De tels sables existent au contact des faluns du territoire cartographié.

Rencontrés par les sondages 1-20, 1-21, 1-22, 1-28, 5-162 et 5-171 sur des épaisseurs variant de 2 à 10 m, ce sont des sables hétérométriques non carbonatés, quartzo-feldspathiques (les feldspaths de taille plus réduite que les quartz sont souvent altérés), blonds à roux, incluant quelques cordons

de graviers (40 à 50 mm de taille maximale) siliceux arrondis, dont de fréquents silex à cortex blanchâtre et noirâtre à l'aspect carié, et des quartz généralement bien roulés. Des imprégnations de manganèse noirâtres marquent les fractions grossières. Les sables enrobés localement dans une matrice argileuse verdâtre accusent une tendance marquée à l'induration ferrugineuse.

Ils sont caractérisés par un fort pourcentage de minéraux de métamorphisme, en particulier : staurotide (23 %, en moyenne) et andalousite (14 %), tandis que le grenat (2 %), le disthène (2 %) et la sillimanite (1 %) sont beaucoup plus faiblement représentés. L'épidote est présente mais en faible proportion (2 %). La tourmaline (32 %) est plus abondante que le zircon (16 %). Les minéraux titanés (rutile, anatase et brookite) sont toujours présents (8 %). Ces valeurs sont tout à fait comparables à celles relevées pour les faluns, la teneur en grenat est toutefois généralement beaucoup plus forte (cf. tabl. 2).

Sur le site du sondage 5-162, ces sables sont superposés aux faluns. Ailleurs, ils reposent sur les Smob à inclusions calcaires ou sur des horizons décarbonatés représentant, selon les observations du terrain, soit le terme supérieur des Smob, soit le terme inférieur des Sables et argiles de Sologne.

L'âge des sables deltaïques, totalement azoïques, est mal connu. Ils sont postérieurs aux faluns sur lesquels ils reposent localement, ou contemporains de leurs assises supérieures les plus jeunes. Leur sédimentation a pu débiter à la fin du Langhien ou au début du Serravallien. Issus d'un mélange de sables faluniens et de sables argileux quartzo-feldspathiques fournis par le détritisme solognot, Smob ou Sables et argiles de Sologne, ils pourraient représenter le terme occidental deltaïque de ces derniers. Conformément à cette hypothèse, la même notation m-p leur est attribuée.

Formations superficielles

Formations alluviales

Les formations alluviales ont affecté la plus grande part du territoire cartographié ; seule la butte crétacée de Chémery a échappé à leur influence.

Alors qu'à l'amont (1/50 000 Aubigny-sur-Nère, Argent-sur-Sauldre et Saint-Martin-d'Auxigny) le système alluvial solognot présente des terrasses alluviales bien développées, constituées d'abondants matériaux graveleux, les levés de la feuille Salbris ont mis en évidence, sur les pentes de l'interfluve Grande-Sauldre-Beuvron (ou Grande-Sauldre-Nant, affluent

de gauche du Beuvron), des matériaux alluviaux pétrographiquement pauvres, sableux pour l'essentiel, presque exclusivement empruntés au substrat solognot où les éléments allochtones, témoins alluvionnaires certains d'origine orientale plus ou moins lointaine, sont représentés par de rares silex émoussés et d'encore plus rares quartz arrondis.

Débutant dans l'Est du territoire de la feuille Salbris, le phénomène* intéresse des surfaces allant croissant vers l'Ouest et se poursuit sur celui de la feuille Romorantin où les pentes nord et sud de l'interfluve Grande-Sauldre-Nant portent des terrasses presque totalement dépourvues de matériaux d'origine orientale, ligérienne ou sancerroise. Ceux-ci n'apparaissent que sur les moyenne et basse terrasses de la Grande-Sauldre et du Nant et dans les plaines alluviales Fz de quelques collecteurs d'importance secondaire. À signaler toutefois, vestige de l'alluvionnement initial de la Loire, la terrasse couronnant les buttes portant le village de Fontaines-en-Sologne d'une part, et le château de Sérigny d'autre part.

Bien caractérisées ou non par leurs matériaux, les différentes terrasses du système alluvial ont été individualisées par l'examen stéréoscopique des photographies aériennes en fonction de leurs caractères morphologiques et altimétriques, déterminant leur classement chronologique relatif exprimé en indice par une lettre. La terrasse la plus ancienne, occupant la position altimétrique la plus élevée, est notée Fv ; la plus récente, Fz, représente les alluvions du lit majeur. Selon le même principe conventionnel, des indices complémentaires a et b signalent l'existence de paliers intermédiaires au sein de chaque terrasse. Sur le territoire de la feuille Romorantin, les terrasses Fz sont localement emboîtées dans les terrasses supérieures Fy. Toutes les autres terrasses, en particulier les plus anciennes, sont étagées.

Bordant le Nant et quelques-uns de ses affluents, une terrasse localement très étendue à pente transversale accusée (glacis) et notée Fy-z, représente les vestiges d'une terrasse Fy, érodée et remodelée, dont les constituants sont identiques à ceux de la plaine alluviale Fz.

Terrasse Fv. Sables grossiers quartzo-feldspathiques à matrice limoneuse. Rares silex émoussés et quartz arrondis (épaisseur : 1 à 2 m). Cette notation a été attribuée aux témoins alluviaux, les plus anciens jalonnant l'interfluve Grande-Sauldre-Nant. Ils sont constitués essentiellement de matériaux remaniés des Sables et argiles de Sologne. À la Gravelle (sondage 7-10), ils sont épais de 1,5 m environ. Leur base contient des quartz arrondis de 20 mm et quelques rares silex émoussés.

* Également observé sur le territoire du 50 000^e Lamotte-Beuvron, il débute en fait au droit de la faille de Sennely à l'Ouest de laquelle la partie aval des différentes terrasses alluviales se subdivise en deux paliers plus ou moins distincts.

Terrasse Fwa, Fwb. Quartz irrégulièrement roulés et silex émoussés à matrice sableuse irrégulièrement argileuse (épaisseur : 2 à 3 m). De Fontaines-en-Sologne à Cour-Cheverny, quelques buttes notées Fwa portent des témoins de l'alluvionnement initial ligérien, tel qu'on le retrouve plus développé en forêt de Boulogne, au Nord (1/50 000 Bracieux).

Les gros éléments de ces alluvions sont des silex de toutes tailles (jusqu'à 60 mm de taille maximale) et de toutes couleurs : gris, blanchâtres, jaunes, rouges, très irrégulièrement roulés, parfois assez bien. Les gros quartz sont fréquents : blancs, jaunâtres, roses, assez mal à assez bien roulés. La matrice est un sable quartzo-feldspathique à fraction argileuse variable, localement forte et compacte, de couleur gris jaunâtre à plages d'oxydation rougeâtres.

Les alluvions Fwb du même secteur étendu jusqu'aux reliefs de la forêt de Cheverny, sont plus sableuses, encore riches en quartz caractéristiques de la contribution ligérienne. Une carrière montre que leur base est floue, représentée par des cordons de galets inclus dans des sables qui ne se distinguent pas de ceux du substrat local.

Les alluvions Fw de la crête constituant l'interfluve Grande-Sauldre – Nant sont essentiellement sableuses, incluant une très faible quantité de gros éléments, quartz arrondis ou silex émoussés. La contribution quartzreuse ligérienne se révèle beaucoup plus faible qu'au Nord.

Dans le secteur sud-ouest du territoire cartographié, les alluvions Fw ont été alimentées en gros éléments, essentiellement des silex, par la couverture détritique eP de la butte de Chémery. À 3 km environ au Nord-Est de cette localité, au lieu-dit la Bodinière, la fraction grossière, mêlée à une matrice sableuse très hétérométrique est représentée par des galets de silex noirs à l'aspect carié (épaisseur de l'ordre de 1,5 m). Ailleurs dans ce secteur, les silex de toutes couleurs, généralement de petite taille et peu abondants sont inclus dans une volumineuse matrice sableuse empruntée au substrat local. Les graviers et galets quartzeux sont très rares.

Terrasses Fxa, Fxb. Silex et quartz irrégulièrement roulés à matrice sableuse hétérométrique localement argileuse (épaisseur : 0,5 à 2,5 m environ). Au Nord de la ligne de partage des eaux Grande-Sauldre–Nant, les témoins alluviaux Fx sont constitués de matériaux essentiellement sableux empruntés pour la plus grande part aux Sables et argiles de Sologne. Les éléments grossiers sont hérités, par remaniements successifs, des terrasses plus anciennes, dont des silex, émoussés à assez bien roulés de 25 à 30 mm de taille maximale de couleurs variées : gris rougeâtre, noirâtre, ou blanc jaunâtre. La contribution ligérienne se manifeste, là aussi, par la présence de quartz, en général mieux roulés que les silex, mais de plus petite taille.

Dans la moitié sud du territoire cartographié, hors du domaine d'influence de la Sauldre, les alluvions Fx sont beaucoup moins riches en quartz qu'au Nord. Les gros éléments les plus fréquents sont des silex émoussés d'assez petite taille. La contribution de la Sauldre se signale par un alluvionnement riche en quartz assez grossier (jusqu'à 20 mm), assez bien à bien roulé, qui se manifeste au voisinage de Romorantin.

Les alluvions Fxa bordant la rivière immédiatement à l'Est de la ville ont une épaisseur généralement inférieure à 1 m. Très sableuses, pas ou peu argileuses, elles incluent de fréquents silex rougeâtres dont les plus gros atteignent 50 à 60 mm (exceptionnellement plus de 100 mm). Ces silex, avec quelques autres, plus rares, de couleur noire et bien roulés, sont empruntés à l'Éocène local constituant le substrat des alluvions.

En rive droite de la rivière, les alluvions Fxb de la Sauldre également riches en quartz hétérométriques, sont irrégulièrement argileuses. À l'Est de Romorantin, au sondage 8-27 où elles sont épaisses de 2,2 m, elles sont exclusivement sableuses. Dans les faubourgs nord-ouest de la ville, elles présentent une matrice argileuse d'importance variable, parfois abondante et compacte, de couleur jaunâtre à grisâtre à fréquentes taches rubéfiées. Les silex sont moins fréquents que dans les témoins alluviaux Fxa. Les mieux roulés de couleur noirâtre sont empruntés à l'Éocène.

Terrasses Fya, Fyb

• **Grande-Sauldre. Silex émoussés de toutes tailles à matrice sableuse** (épaisseur : 2 à 4 m). Quelques excavations (anciennes exploitations) en rive gauche de la Sauldre, au Sud-Ouest de Romorantin, entaillent des matériaux riches (Fyb) en silex émoussés (jamais bien roulés) de toutes tailles. Les plus gros éléments (jusqu'à 150 mm de taille maximale), très peu usés, sont empruntés à l'Éocène local qui a fourni également des blocailles de grès ferrugineux (silicification des craies sénoniennes) et de plus rares petits blocs de poudingue silicifié. La matrice qui représente une part variable du sédiment global, parfois faible, est un sable très hétérométrique, irrégulièrement roulé, quartzueux pour l'essentiel, peu ou pas argileux, de couleur jaunâtre à rougeâtre. Localement, en surface, des débris végétaux sont mêlés à la matrice sableuse, donnant des sols noirâtres. Le substrat de ces alluvions est souvent représenté par l'Éocène détritique au toit duquel subsistent localement quelques poches sableuses du groupe de Sologne (Smob ou Sables et argiles de Sologne).

Le témoin cartographié Fya en rive gauche de la Sauldre, représente l'aboutissement d'une anastomose alluviale de direction S-N ayant relié un temps le Cher à la Sauldre.

• **Nant. Silex émoussés et quartz hétérométriques à matrice sableuse** (épaisseur non connue). Aucune coupe ne permet d'observer les alluvions notées Fya de rive droite de la rivière. Selon les observations de surface, elles sont très riches en silex de toutes tailles (fréquemment 20 à 40 mm, les plus gros atteignant 80 mm), à tous les stades d'usure. La matrice

apparaît essentiellement sableuse, incluant de nombreux quartz assez bien à bien roulés.

Les alluvions notées Fyb bordant le Nant sur sa rive gauche sont à forte dominante sableuse. Les éléments grossiers, quartz et silex, qui y sont inclus, sont peu abondants.

- En dehors des contributions de ces deux rivières, les autres témoins alluviaux du territoire cartographié notés Fya ou Fyb sont constitués d'un matériau très sableux, emprunté pour l'essentiel au substrat solonchastique, incluant de rares silex émoussés ou quartz hérités des terrasses plus anciennes. Quelques particularités sont à noter :
 - les alluvions Fy de rive gauche de la rivière de Chémery sont assez riches en graviers siliceux. Elles ont donné lieu à une petite exploitation ;
 - celles bordant le Courpin en amont de Cour-Cheverny sont résiduelles et pelliculaires ; les argiles calcareuses du substrat local m2-3 apparaissent fréquemment.

Fy-z. Quartz et silex irrégulièrement roulés à matrice sablo-argileuse (épaisseur : 2,5 m environ). Vestiges d'une terrasse Fy dégradée, les alluvions Fy-z sont bien développées le long du Nant et de quelques-uns de ses affluents de rive gauche. Dominant la plaine alluviale de 3 à 1 m, parfois moins, elles se relèvent assez fortement constituant un glacis à pente transversale relativement accusée en regard des faibles pentes longitudinales généralement observées.

Au sondage 3-9 implanté à 3 km en aval de Vernou-en-Sologne, elles sont épaisses de 2,5 m, constituées de graviers de quartz et de silex de plus grande taille (60 à 70 mm maximum) irrégulièrement roulés, enrobés dans une matrice faite de sable hétérométrique quartzo-feldspathique et d'argile compacte gris-roux. La charge argileuse est plus importante à la base du dépôt qu'à son toit, donnant à la terrasse Fy-z des sols à dominante sableuse.

La notation Fy-z/m₁ s'applique à des alluvions de ce niveau en recouvrement continu sur Calcaire de Beauce. Cet artifice graphique permet de signaler la présence du calcaire lacustre à très faible profondeur. Au sondage 8-28 (angle sud-est du territoire cartographié), le recouvrement alluvial est épais de 3 m.

Plaine alluviale Fz

- **Sauldre. Silex émoussés de toutes tailles à matrice sableuse** (épaisseur : 4 m). Les alluvions de la plaine de la Sauldre sont, pour l'essentiel, grossières à très grossières, constituées de silex émoussés de toutes tailles (moyenne 60 à 70 mm, plus gros éléments jusqu'à 120-150 mm). Les seuls galets de silex bien roulés, assez rares, sont de couleur noire et empruntés à l'Éocène local. La matrice relativement peu abondante

est un sable quartzeux pour l'essentiel, très hétérométrique, jaune-roux, pas ou peu argileux. Localement, au-dessus de cette base grossière, on observe des argiles brunes à noirâtres, à fraction variable de sable fin et assez rares gros éléments disséminés. Ces argiles semblent chenalisées. Selon les sondages 8-4 et 8-11, l'épaisseur des alluvions Fz serait de 4 m à Romorantin.

• **Croisne. Sables hétérométriques à débris végétaux** (épaisseur : 2,5 m environ). Ces alluvions sableuses à petite fraction argileuse sont presque totalement dépourvues de gros éléments. On y observe quelques rares silex émoussés de petite taille. Localement, les sables se chargent d'une fraction notable de débris végétaux donnant une couleur noirâtre au sol de quelques chenaux de la plaine alluviale. L'épaisseur de ces alluvions n'excède pas 2,5 m.

• **Ruisseau de l'Étang-du-Lieu. Sables à petits silex à débris végétaux locaux** (épaisseur : 2 m environ). Les Smob constituant leur substrat, elles sont représentées, à la base, par des sables hétérométriques peu argileux enrobant une fraction variable de silex émoussés de 30 mm de taille maximale. Au-dessus, les sables se chargent de débris végétaux noirâtres alors que les silex sont plus rares.

• **Rivière de Chémery-le Conon. Sables hétérométriques à rares silex. Petites blocailles et granules calcaires** (épaisseur non connue). Héritant d'une forte composante sableuse peu argileuse à rares silex de petite taille venant de l'amont, les alluvions de ces petits cours d'eau se chargent, à partir de Chémery pour le premier et de Cour-Cheverny pour le second, d'éléments calcaires sous forme d'assez rares blocailles et de petits granules plus abondants. La fraction fine calcaire, mêlée à des sables argileux, donne des sols gris noirâtre.

• **Autres collecteurs : Nant, Bonneure et ses affluents de gauche.** Tous ces collecteurs, affluents ou sous-affluents du Beuvron, ont des plaines alluviales peu accessibles, souvent occupées par des étangs artificiels dont la grande extension longitudinale tient à la faible pente du collecteur.

Les matériaux alluviaux qui apparaissent superficiellement sont des sables hétérométriques à rares graviers (silex ou quartz) mélangés à une fraction argileuse d'importance variable, de couleur brunâtre à gris noirâtre et de consistance assez molle. La nature des alluvions profondes n'est pas connue.

Complexes et colluvions

CF. Colluvions et alluvions non différenciées des collecteurs d'importance secondaire (épaisseur : 1 à 2 m). Ces dépôts sont constitués de matériaux d'origine colluviale (C) provenant du lessivage des pentes avoisinantes ; pour l'essentiel, des sables à rares graviers, enrobés

dans une matrice limono-argileuse brun noirâtre dans laquelle se développent des granules limonitiques poudreux.

La concentration des sables et graviers dans la partie médiane des collecteurs indique l'existence locale d'un transport longitudinal de caractère alluvial (F).

C. Colluvions des fonds de vallons. Ces dépôts argilo-sableux d'origine colluviale, plus ou moins chargés en débris végétaux, occupent le fond en berceau des vallons secs. Barrés transversalement, les vallons secs sont fréquemment utilisés pour la création d'étangs artificiels périodiquement remis en culture afin d'en régénérer le fond.

GK. Sols humiques (tourbes) des dépressions elliptiques : empreintes d'origine thermokarstique présumée (alas). L'examen stéréoscopique des photographies aériennes a révélé de nombreuses dépressions elliptiques, à fond plat pour les plus grandes, concave pour les plus petites, parfois regroupées en chapelet ou par coalescence, d'origine énigmatique, susceptibles d'échapper à l'observateur non averti de leur existence, en raison de leur faible profondeur. Des sols noirâtres, irrégulièrement chargés en matière organique, se distinguent parfois dans ces dépressions.

Discrètes dans le paysage, il en existe de toutes dimensions. Les plus petites échappent à l'observation aérienne, masquées par le couvert végétal ou partiellement effacées par les travaux agricoles. Les plus grandes couvrent plusieurs hectares. Elles se rencontrent en surface de tous les dépôts alluviaux, à l'exception de ceux de la basse plaine alluviale (lit majeur), et sur les formations affleurantes du groupe de Sologne.

Reconnues en Sologne à l'occasion des levés de la feuille Salbris, un rapide inventaire révèle l'existence d'empreintes similaires sur le territoire des 1/50 000 environnants : Lamotte-Beuvron, Bracieux, Selles-sur-Cher (rive droite de la Sauldre).

Lithologiquement, les terrains affectés sont des sables hétérométriques meubles à rares graviers et faible fraction argileuse, déterminant des surfaces horizontales ou à très faible pente. Les dépressions ne s'observent pas sur dépôts caillouteux épais, ce qui explique leur absence vers l'Est, à l'amont du système alluvial solognot où le matériel détritique, plus grossier, est plus perméable.

La genèse de ces dépressions est énigmatique. L'origine karstique est à exclure. Dolines, bétoires, mardelles, fréquentes en pays calcaire, sont inconnues en Sologne où l'épaisseur des matériaux meubles interdit aux phénomènes profonds (le Calcaire de Beauce est parfois à 50 m) de se manifester en surface. De telles dépressions sont connues actuellement au Canada, au Groenland et en Sibérie. A. Pissart (1987) signale en Belgique,

au pays de Galles, en Irlande, en Angleterre, aux Pays-Bas, des formes fossiles similaires à celles de Sologne mais bordées d'un bourrelet périphérique de matériaux.

À titre d'hypothèse, la notice de la feuille Salbris (Fleury *et al.*, 1992) attribue les dépressions solognotes à la fusion d'hydrolaccolites. Les hydrolaccolites (ou pingos) sont de volumineuses lentilles de glace se développant sous climat glaciaire. Leur origine tient à l'existence d'un pergélisol* ou sol** gelé en permanence, et leur croissance à des conditions particulières d'alimentation en eau (artésianisme, par exemple). Leur fusion laisse des empreintes généralement elliptiques ou circulaires, parfois allongées, de quelques mètres de profondeur, bordées d'un bourrelet de matériaux provenant du sol (et de sa couverture végétale), initialement soulevés par la croissance de la lentille de glace puis rejetés sur les bords par sa fusion.

Considérant l'absence de ce bourrelet à la périphérie des formes de Sologne, S. Courbouleix (1987 et à paraître) estime que des dégradations du pergélisol sont à leur origine. La fusion, pour des raisons variées (changements climatiques influant sur la température, la pluviométrie, la végétation), de la glace du pergélisol, entraîne des érosions ou crée des subsidences localisées aux conséquences identiques à celles des affaissements karstiques des pays calcaires, d'où le nom de thermokarst attribué au phénomène. La thermokarstie est d'autant plus active que le terrain est meuble et saturé en glace. Un lac (le *alas* de Sibérie), dont la superficie a tendance à s'accroître par auto-entretien du phénomène de dégradation, occupe la dépression alors dépourvue de bourrelet périphérique.

La création des cirques d'érosion thermique est une variante de ce processus. Les thermocirques localisés en tête de petits réseaux hydrographiques se créent par érosion régressive occasionnée par la fusion de la glace saturant un sédiment meuble.

Une telle origine peut être envisagée pour nombre des dépressions cartographiées en Sologne dont la plus spectaculaire, le lac de Soings-en-Sologne, est encaissée dans les sables faluniens.

Le remplissage tourbeux d'une de ces dépressions (tourbière topogène) située au lieu-dit le Marais, à 2 km environ au Sud-Ouest de Mur-de-Sologne, a donné lieu à une étude détaillée de N. Planchais (1970, 1971). Le spectre pollinique des tourbes, dont l'épaisseur atteint 4,5 m et dont l'âge s'étage du Dryas ancien au Subatlantique, est constitué (voir tableau en annexe) d'un mélange provenant de trois milieux :

* Le terme anglais « permafrost » est plus couramment employé.

** En fait, il s'agit du sol et du sous-sol, le pergélisol atteignant souvent plusieurs centaines de mètres d'épaisseur.

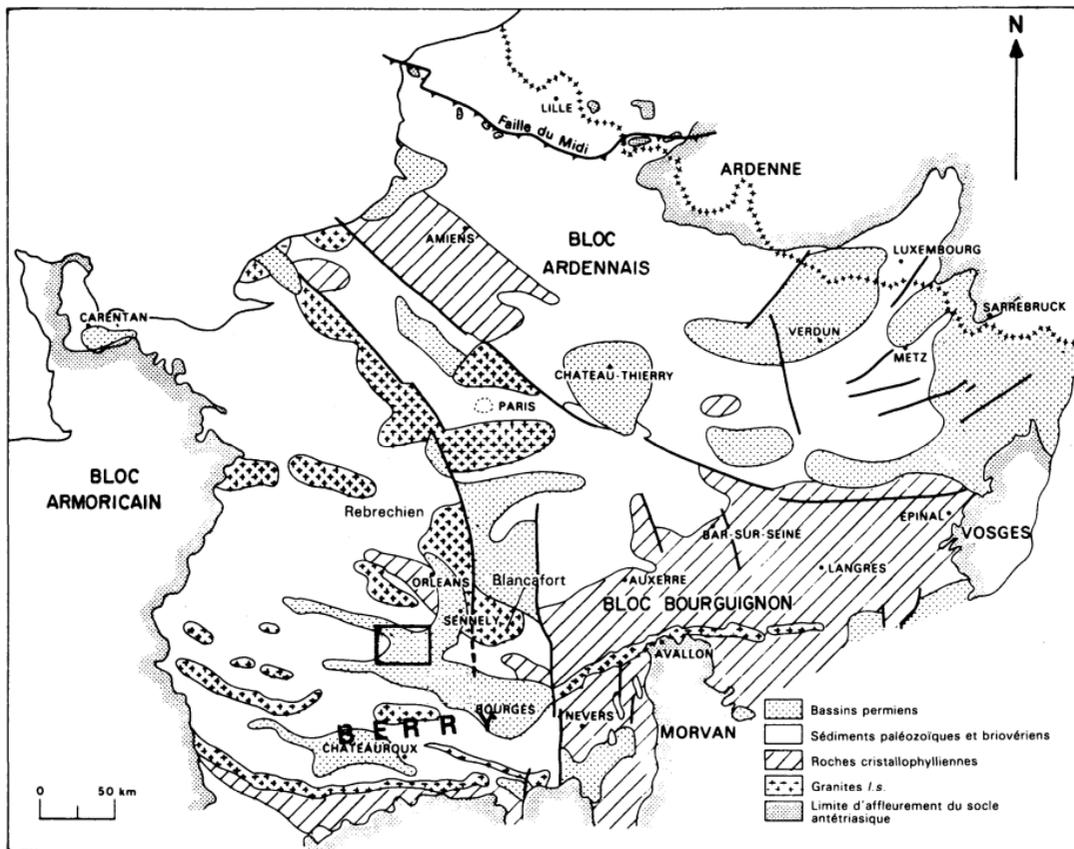


Fig. 4 - Structure du socle du bassin de Paris (d'après N. Debéglija, 1977)

- l'étang (installé dans la dépression) bordé d'arbres qui se transforme au cours du temps en tourbière ;
- la région solognote environnante ;
- la vallée du Cher plus lointaine.

Dépôts anthropiques

X. **Remblais et nivellement divers.** Cette notation regroupe habituellement tous les dépôts artificiels. Elle s'applique aux décharges (anciennes carrières ou déblais en butte) susceptibles d'être confondues, après aménagement du site, avec des dépôts naturels ; aux parcelles dont le nivellement a impliqué un déplacement de matériaux ; aux remblais autoroutiers ou de voie ferrée dont le caractère artificiel n'est plus évident.

TECTONIQUE

L'examen de la carte du socle du bassin de Paris (Debégli, *in* Mégnien, 1980 ; Weber, 1971) montre que le 1/50 000 Romorantin s'inscrit en quasi-totalité à l'intérieur du bassin permio-carbonifère Contres-Bourges (fig. 4). La carte structurale du même secteur (Debégli et Debrand-Passard, 1980), grâce à des données d'aéromagnétisme, complète un peu ce schéma (fig. 5). Le coin nord-ouest de la feuille, située au-delà de la faille de Neung-sur-Beuvron orientée N70°-80°E, apparaît localisé hors du bassin. Par ailleurs, un second accident important, constitué par la faille de Valençay d'orientation N30°E, tronçonne ce même bassin et déjette vers le Sud sa partie immédiatement à l'Est de l'accident.

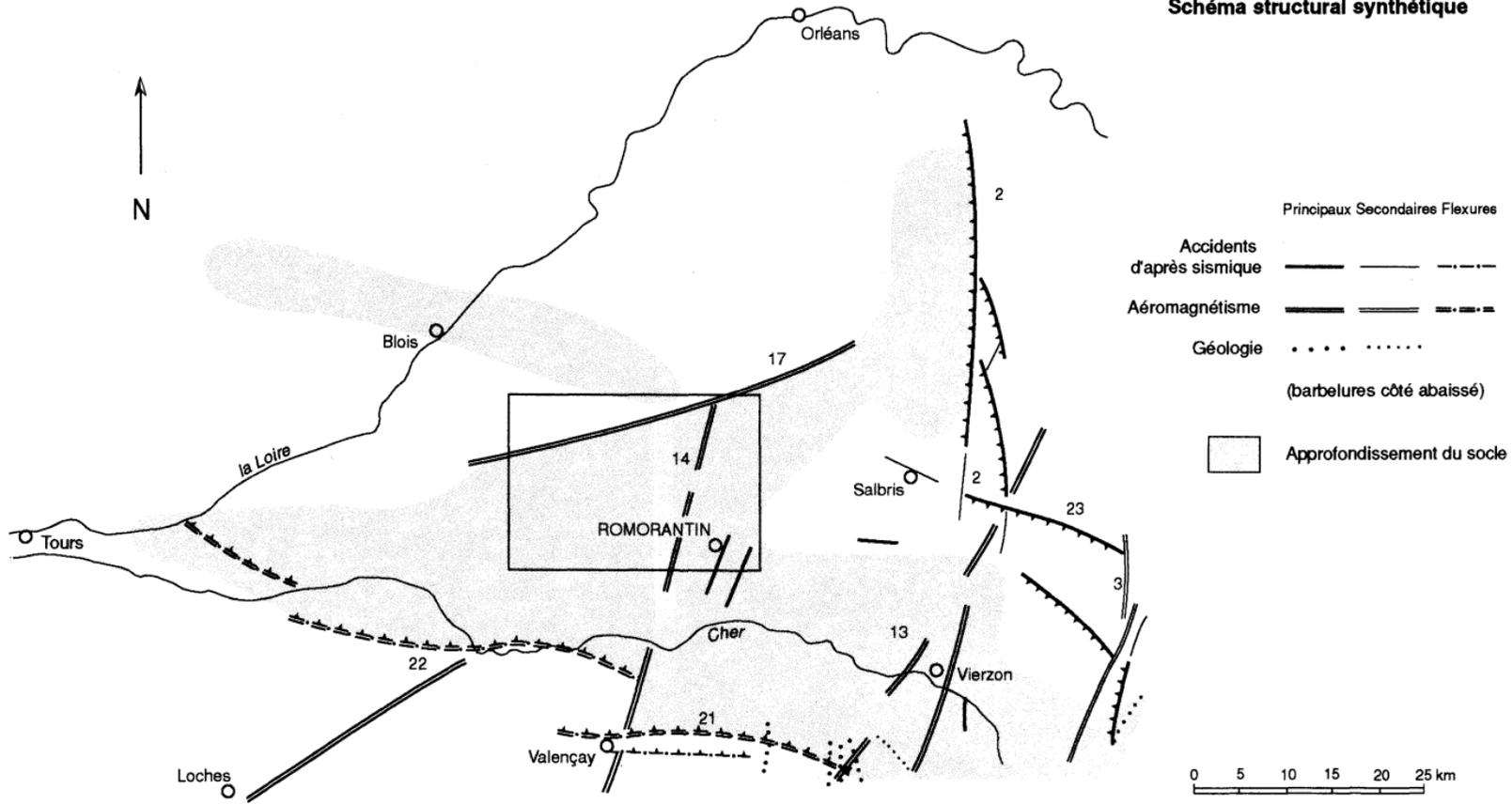
Gaz de France, dans le cadre de l'étude de la structure de Chémery, a étudié le site en détail et apporte des données complémentaires (fig. 6). Le dôme est limité :

- sur la bordure nord, à l'Ouest, par un accident N70°-80°E, parallèle à la bordure septentrionale du bassin permio-carbonifère et, à l'Est, par un second accident de direction N90°E qui en constitue en quelque sorte un relais ;
- sur ses bordures ouest et est, par une série d'accidents N160°E qui affectent également l'intérieur de la structure (fig. 6 et 7).

Au Sud, la structure semble s'envoyer progressivement malgré de très courts accidents orientés W-E.

Les autres accidents visibles sont méridiens, l'un affectant la partie centrale du dôme, deux autres, au Nord de la structure, dans le prolongement du premier. Enfin, quelques accidents de direction N130°E sont visibles dans la région de Soings-en-Sologne.

Fig. 5
Schéma structural synthétique



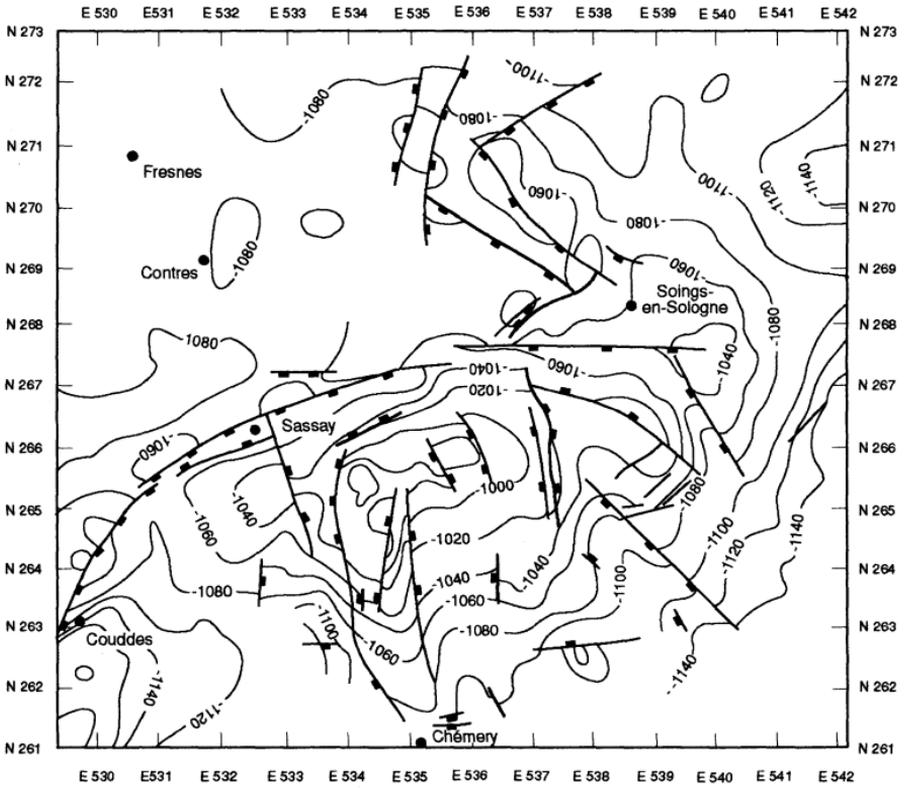


Fig. 6 - Structure de Chémery - Soing-en-Sologne
(documents Gaz de France)

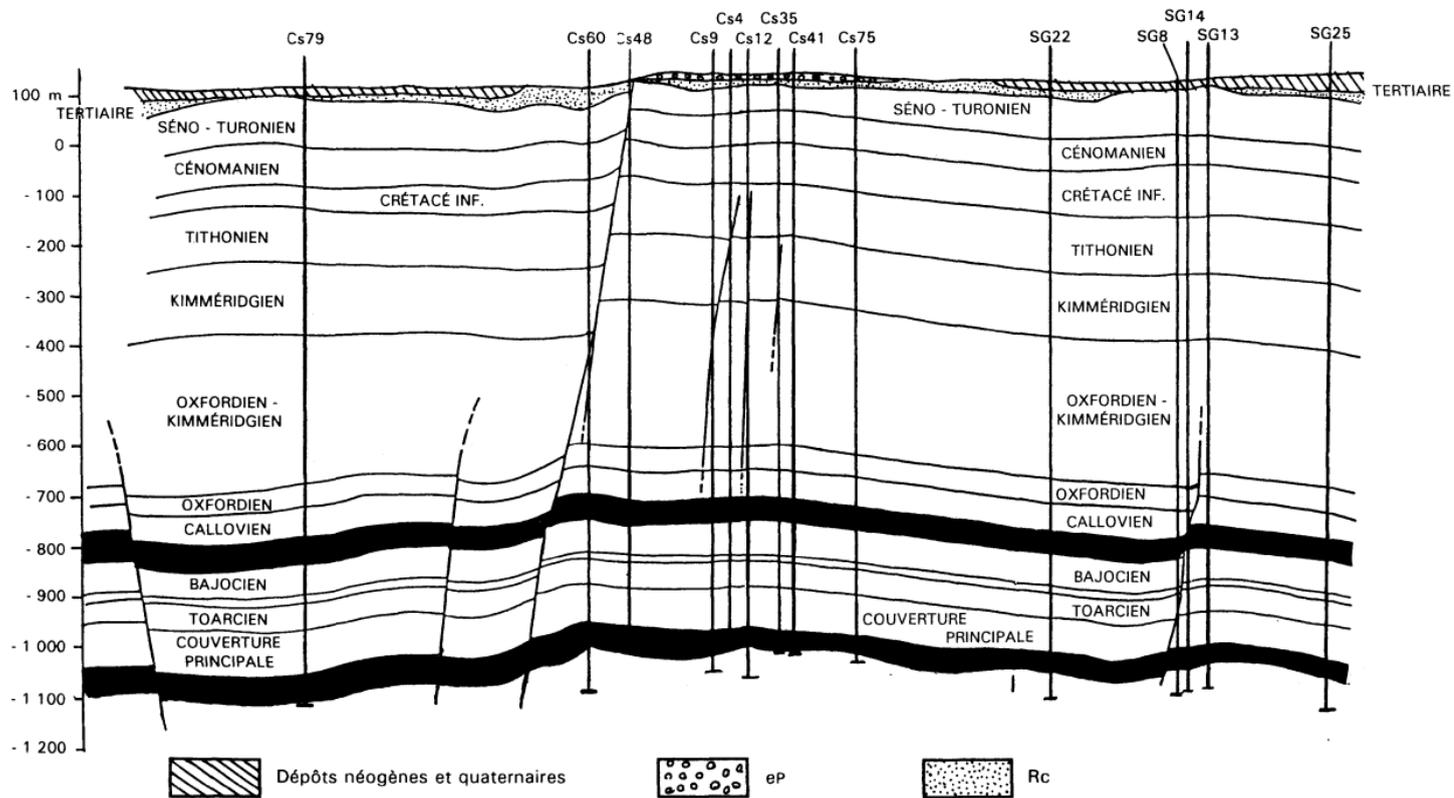


Fig. 7 - Coupe Est-Ouest de la structure Chémery - Soing
(document Gaz de France légèrement modifié et complété)

Le territoire couvert par la feuille Romorantin apparaît donc peu tectonisé en surface à l'exception du dôme anticlinal de Chémery. Dans la réalité, les faits sont plus complexes (cf. *infra*) et la feuille s'inscrit au droit d'un graben où plus de 800 m de Permien ou de Permo-Carbonifère ont été piégés. Secondairement, à l'Éocène, ce bassin a été comprimé donnant naissance à la structure anticlinale de Chémery. Les directions conjuguées N160° et N30°- 40°E qui affectent le dôme et la faille N70°E qui le limite au Nord sont le résultat de cette compression horizontale proche de N-S.

SYNTHÈSE GÉODYNAMIQUE RÉGIONALE

Le socle du bassin de Paris est découpé par de grandes structures décrochantes ou chevauchantes (faille Bray-Vittel, faille Seine-Sennely et faille de Sancerre) qui définissent trois grands blocs tectoniques (Autran *et al.*, 1976 ; Héritier et Villemin, 1971) :

- à l'Ouest le bloc armoricain ;
- au Nord le bloc ardennais ;
- au Sud-Est le bloc bourguignon.

À l'Est de la faille de Sennely, la partie orientale du bloc armoricain, connue sous le nom de sous-bloc biturige (Debégliat et Debrand-Passard, 1980) et limitée à l'Est par la faille de Sancerre, se distingue par des jeux tectoniques généralement antagonistes de ceux du bloc armoricain.

Le territoire couvert par la feuille à 1/50 000 Romorantin est situé dans la partie sud-est du bloc armoricain (fig. 8), à l'Ouest du sous-bloc biturige.

Les événements paléozoïques et antérieurs

• **État de la connaissance.** La région appartient au domaine structural centre-armoricain (Autran et Dercourt, 1980) constitué de terrains d'âge briovérien et paléozoïque peu métamorphisés.

Pour C. Weber (1973), l'anomalie magnétique du bassin de Paris et les failles qui l'accompagnent (failles de la Seine, de Sennely, de Sancerre) auraient pour origine un rift cadomien. La faille de Sennely pourrait s'être individualisée dès cette époque.

La tectonogenèse éohercynienne se caractérise par une compression subméridienne, soulignée par des empilements d'unités lithostratigraphiques et la création de couloirs de cisaillement de direction armoricaine, N120°E (Castaing et coll., 1984). Toutefois, l'essentiel de la structuration de ce domaine s'est réalisé durant la phase hercynienne (Namurien-Stéphanien) sous l'effet d'une compression N-S qui développe des plis droits et simples le long des grands accidents qu'elle induit.

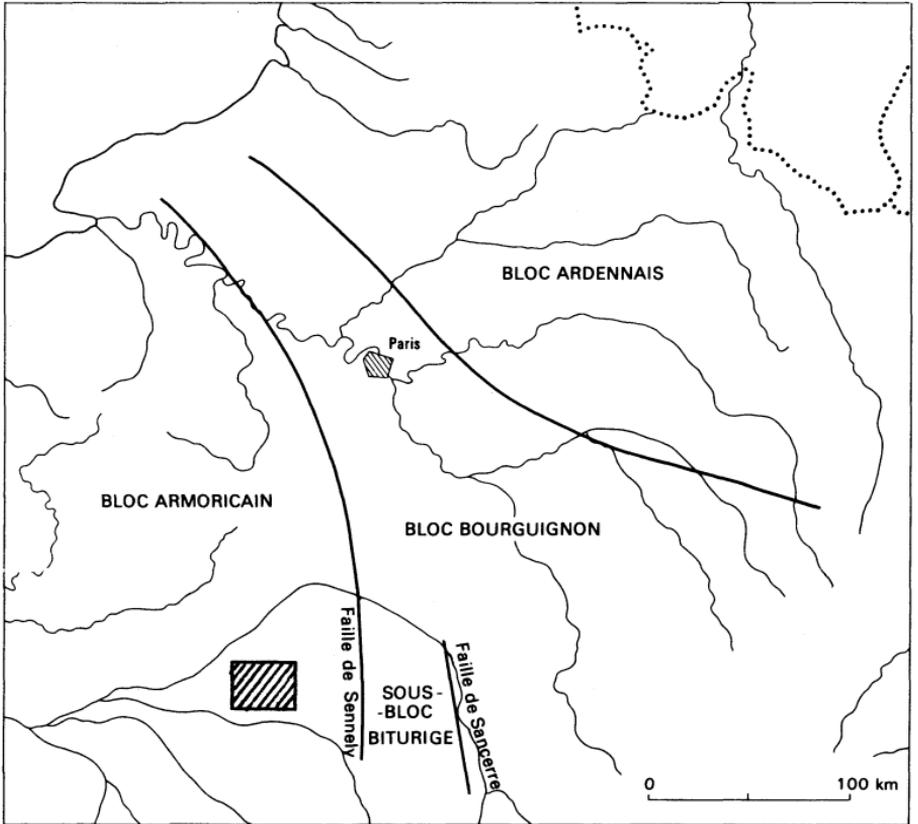


Fig. 8 - Schéma de la structuration en blocs du substratum du bassin de Paris

Vers la fin du Stéphanien B et le début du Stéphanien C (300 Ma), une compression NW-SE produit localement des distensions à l'origine des fossés qui au Sud du bassin de Paris vont accueillir les dépôts carbonifères. Postérieurement, le domaine centre-armoricain subit les effets des grands événements structuraux qui se produisent dans son environnement plus ou moins lointain. C'est le cas de la distension N-S au Stéphanien terminal-Autunien (295 Ma), responsable dans la région de la création des bassins permien cachés (fig. 4) tel le bassin de Châteauroux (Debéglija et Debrand-Passard, 1980).

• **Données gravimétriques.** Les données disponibles résultent de campagnes de mesures réalisées de 1951 à 1955 par le BRGM ou la CGG avec une densité de stations variant de 1 à 0,2 par km². Ces données ont été interprétées lors de synthèses précédentes (Debéglija et Debrand-Passard, 1980 ; Weber, 1973). Dans le cadre du levé géologique à 1/50 000 Romorantin, une nouvelle interprétation, rendue possible grâce à l'amélioration des techniques de traitements gravimétriques, a été entreprise afin de préciser la structure du socle de la région. Cette interprétation (fig. 9 et 10) est basée sur une analyse automatique des gradients horizontaux et verticaux du champ gravimétrique (Castaing et Debéglija, 1992). Elle a été réalisée à l'aide du module d'analyse structurale inclus dans le logiciel GMI-PACK (Total-BRGM). Le schéma qui en résulte fait apparaître les principaux ensembles lithologiques dont les densités contrastent de manière importante par rapport à la densité moyenne du socle et les accidents qui les affectent.

Du point de vue de la lithologie, on reconnaît :

- le socle dévonien ;
- le bassin permo-carbonifère Contres-Bourges d'orientation armoricaine (N120°E) qui se manifeste par une atténuation des anomalies gravimétriques associées au socle sous-jacent. Au Nord, au droit de Lamotte-Beuvron, une apophyse d'orientation N-S de ce même bassin permo-carbonifère ; à l'Ouest, le bassin se dédouble. Au centre, au Sud-Ouest de la feuille Romorantin, la fosse de Contres au droit de la structure de Chémery *s.l.* ;
- à l'extrême Nord de l'emprise de l'étude, la terminaison méridionale du granite de Marchenoir ;
- au Nord-Est de l'étude, la terminaison occidentale du granite de Rebréchien ;
- immédiatement au Nord de l'emprise de la feuille Romorantin, une petite structure légère qui peut correspondre soit à un épaissement du bassin permo-carbonifère, soit à un dôme granitique que l'on pourrait dans ce cas dénommer granite de Bracieux ;
- quelques structures liées à des roches basiques, certaines sous le bassin permo-carbonifère pouvant aussi être interprétées comme des remontées du socle.

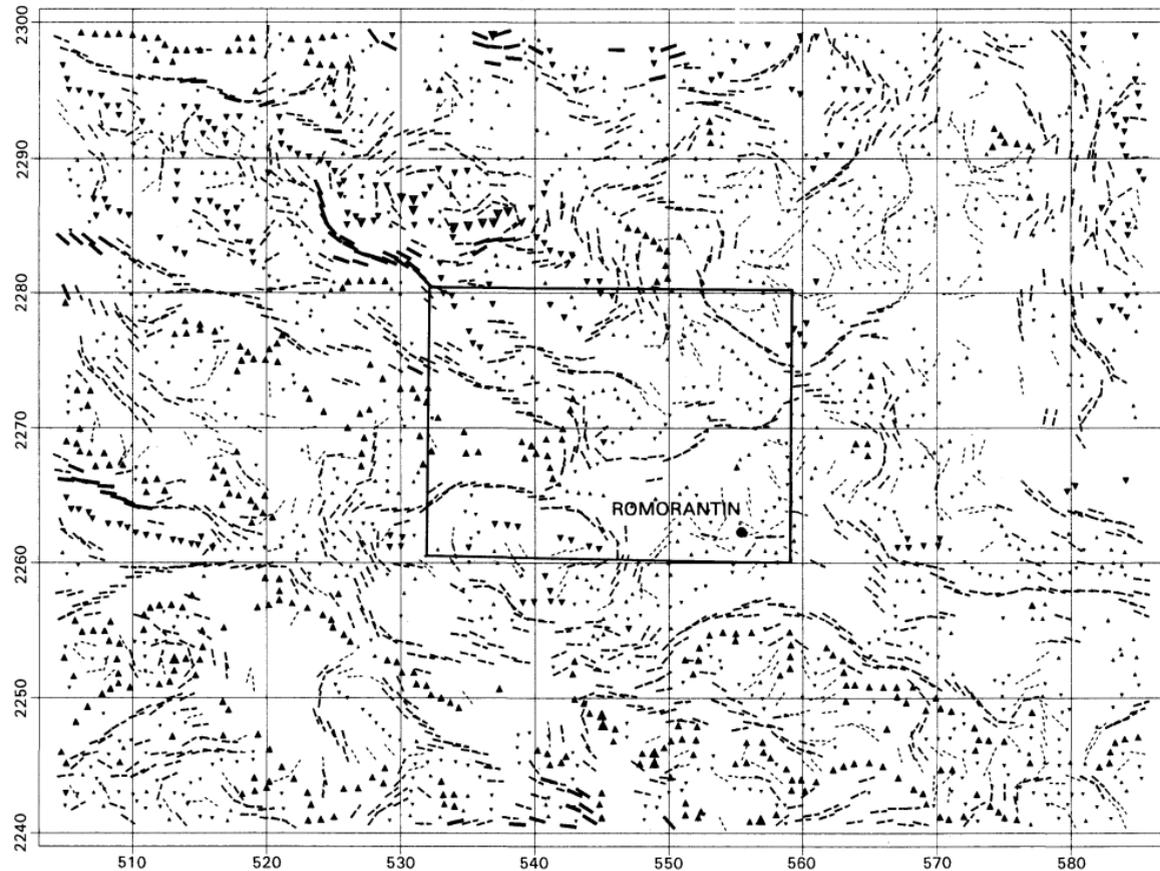


Fig. 9 - Données gravimétriques (traitement non interprété)

0 10 km

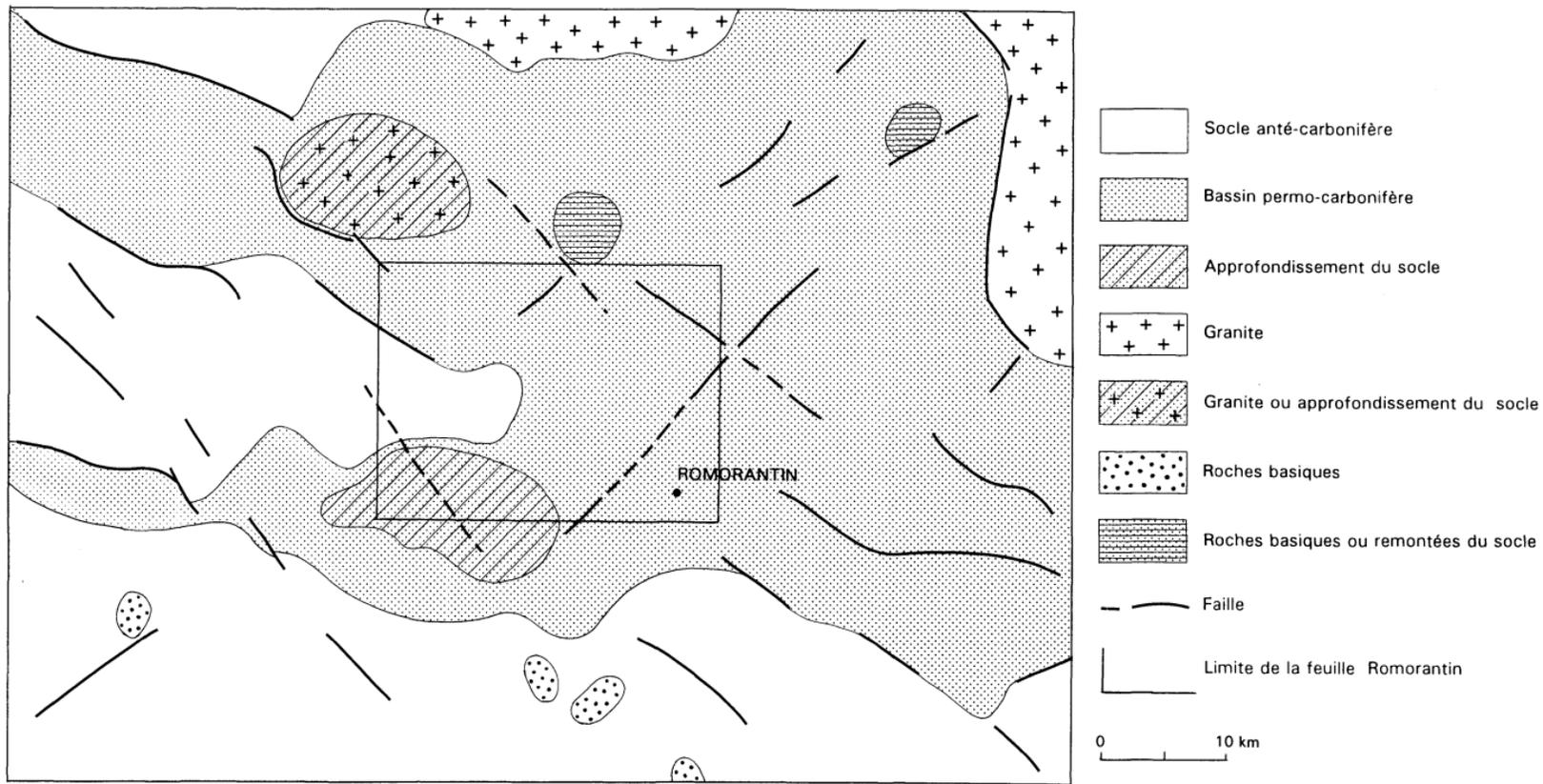


Fig. 10 - Interprétation de la structuration et de la lithologie du socle de la région de Romorantin (J. Corpel)

Du point de vue tectonique, un important réseau d'accidents limite et recoupe le bassin permo-carbonifère Contres-Bourges avec une prédominance des failles armoricaines (N120°E). Un accident N-S important, parallèle à la faille de Sennely, limite vers l'Est une extension méridienne, déjà connue (Debégliia, *in* Mégnien, 1980, pl. 52), de la fosse permo-carbonifère. Des accidents N160°E ayant rejoué lors de la mise en place de la structure de Chémery et d'autres N40°E sont également visibles.

En conclusion, la carte gravimétrique souligne assez nettement la structuration armoricaine du socle de la région. Dans le détail, le bassin permo-carbonifère apparaît beaucoup plus complexe que ne le suggéraient les études antérieures. Une faille, parallèle à l'accident de Sennely, souligne la limite orientale de l'appendice de Lamotte-Beuvron. Enfin, au droit de Bracieux, une structure légère pourrait correspondre à un appendice du granite de Marchenoir.

Les événements mésozoïques

Dans le Sud du bassin de Paris, les levés géologiques et de nombreuses études microstructurales (Bergerat, 1985 ; Blès *et al.*, 1989 ; Debrand-Passard et Gros, 1980 ; Lerouge, 1984 ; Lerouge *et al.*, 1986) soulignent le caractère polyphasé de la tectonique post-hercynienne, essentiellement cassante, qui affecte cette région. Les différents états de contrainte qui s'y exercent ont pour effet de réactiver les principales failles présentes dans le socle. Dans la couverture, les accidents se localisent à l'aplomb des structures cassantes hercyniennes et montrent sensiblement les mêmes orientations. Régionalement, ces accidents à jeu mésozoïque peuvent contrôler la sédimentation (Debrand-Passard, 1980-1982 ; Lerouge, 1984).

- **Trias (245 à 215 Ma).** La faille de Sennely sépare deux domaines :
 - l'un à l'Ouest, basculé en direction de l'Est, siège d'une importante sédimentation, notamment en bordure de la faille ;
 - le second à l'Est, plus stable, (Lefavrais-Raymond, *in* Debrand-Passard, 1980-1982).

La feuille Romorantin s'inscrit sur le bloc armoricain *s.s.* en dehors de l'ombilic de sédimentation (fig. 11).

- **Jurassique (205 à 135 Ma).** Les rejeux successifs de la faille de Sennely accentuent le basculement en direction de l'Est du bloc armoricain.

Au Lias (205 à 180 Ma) la transgression envahit progressivement la partie occidentale du bloc armoricain, les limites du domaine marin coïncidant plus ou moins avec les limites actuelles du bassin de Paris (Lefavrais-Raymond, *in* Mégnien, 1980, pl. L1 à L7). Au forage Gaz de France à Soings-en-Sologne (Soings 2), l'épaisseur du Lias est de 100 m. Elle est moindre à l'Ouest et croît assez raide vers l'Est.

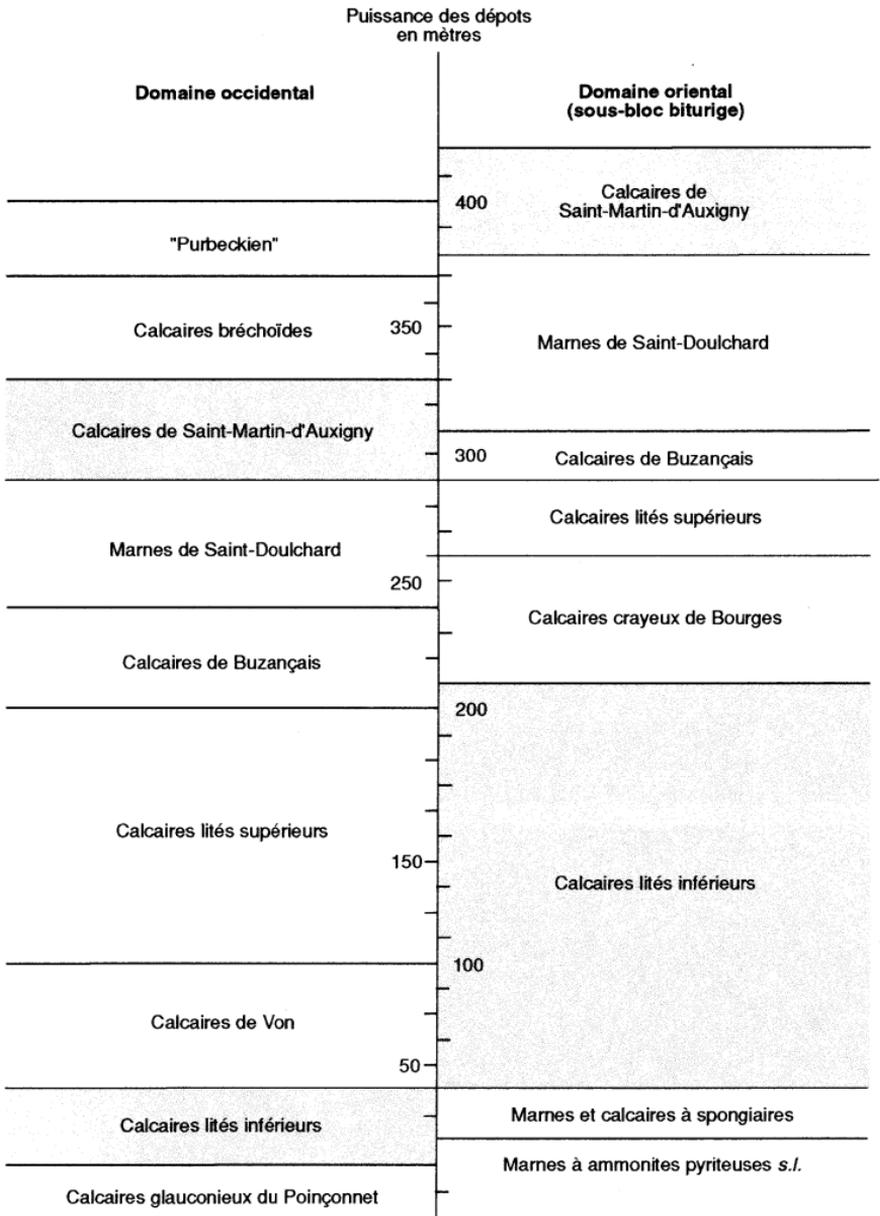
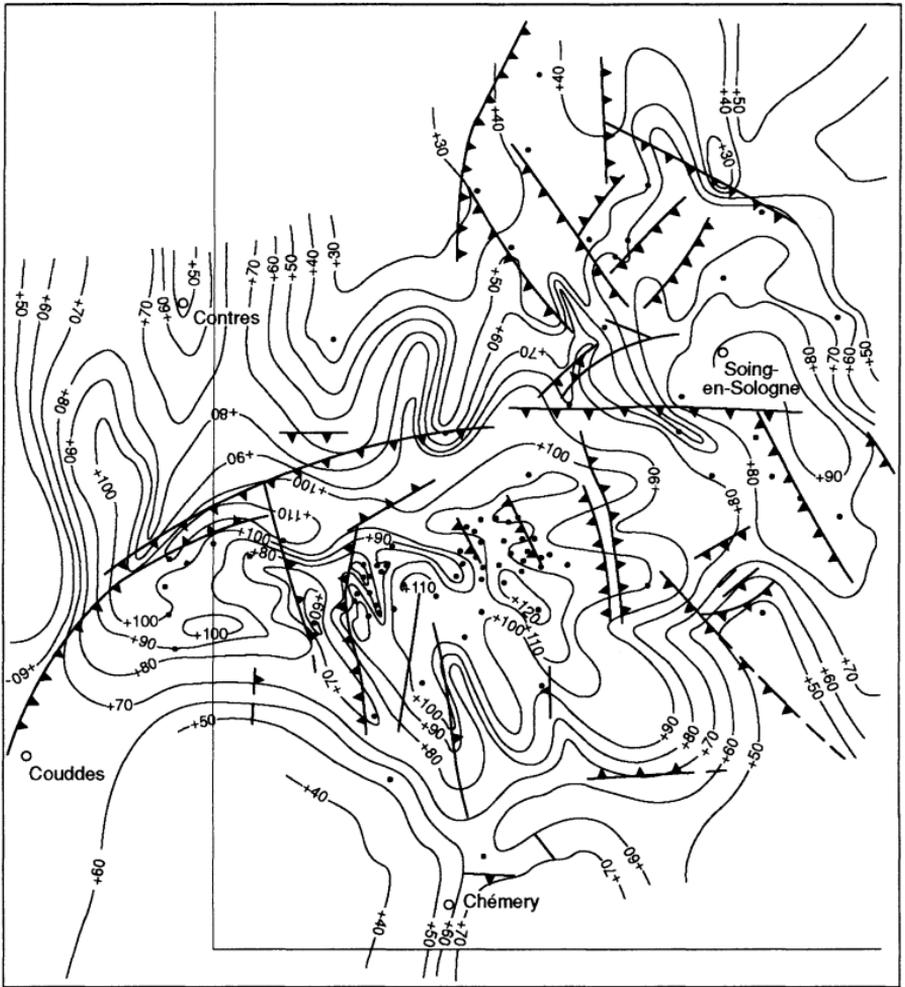


Fig. 12 - Jurassique supérieur du Berry.
Variation de la puissance des dépôts entre le domaine occidental (bloc armoricain)
et le domaine oriental (sous-bloc biturige)



Légende

- Forage
- ▲ Accident affectant le Trias
- +60— Courbe isohypse du toit du Crétacé
- └┘ Limite de la feuille Romorantin



Fig. 13 - Structure de Chémery et de Soing-en-Sologne au niveau du toit du Crétacé (document Gaz de France)

La puissance du Dogger (180 à 155 Ma) s'accroît également d'Ouest en Est jusqu'à la faille de Sennely (Giot, *in* Mégnien, 1980, pl. JM3 et JM5). Callovien argileux exclu, sa puissance est similaire à celle du Lias (107 m à Soings 2). Un arrêt ou un ralentissement de la sédimentation (oolites ferrugineuses) marque le passage Dogger/Malm.

La subsidence s'accroît fortement au Malm (155 à 135 Ma), les jeux relatifs du bloc armoricain et du sous-bloc biturige sont souvent antagonistes (fig. 12) et la puissance des dépôts s'équilibre presque de part et d'autre de l'accident de Sennely. Une particularité toutefois : la présence de faciès purbeckiens bien développés au niveau de Vierzon sur le bloc armoricain et inconnus sur le sous-bloc biturige (Debrand-Passard, 1977, 1980-1982).

• **Crétacé (135 à 65 Ma).** Le Valanginien est inconnu tant sur le bloc armoricain que sur le sous-bloc biturige. La mer, en provenance de l'Est, revient à l'Hauterivien mais reste cantonnée sur le sous-bloc biturige (Mégnien, 1980, pl. Ci2). De même, le Barrémien et l'Aptien sont inconnus à l'Ouest de Vierzon (Manivit et Debrand-Passard, 1994). La sédimentation reprend avec l'Albien mais ne devient franchement marine qu'au début du Cénomaniens. Au Campanien, la région émerge une nouvelle fois et se trouve soumise aux phénomènes d'altération et d'érosion. Le toit actuel du Crétacé est le reflet de cette érosion guidée par les fractures anciennes mais aussi le résultat de rejeux postérieurs liés aux compressions éocènes (fig. 13). La part de chacun des phénomènes est bien évidemment impossible à déterminer avec précision.

Les événements du Paléogène

• **Paléocène (65 à 53 Ma).** Au Sud-Est de la Sologne, feuilles à 1/50 000 Saint-Martin-d'Auxigny et Vierzon (Fleury *et al.*, 1992 ; Manivit et Debrand-Passard, 1994), existent des sables quartzeux fins, souvent argileux, à silex esquilleux peu émoussés à roulés, en recouvrement continu (2 à 4 m). Ce niveau, non daté, attribué sans plus de précision à l'Éocène et reposant sur les argiles à silex, paraît antérieur à l'incision fluviale éocène. Il pourrait en fait caractériser le Paléocène, période d'intense altération.

• **Éocène (53 à 35 Ma).** Il est marqué dans tout le Sud du bassin de Paris par le développement d'un régime compressif pyrénéen N-S à NNE-SSW (Bergerat, 1985 ; Blès *et al.*, 1989 ; Debrand-Passard et Gros, 1980 ; Lerouge, 1984). Cette compression fait jouer, en décrochement dextre les structures subméridiennes et en faille inverse les accidents E-W du socle. Au niveau de la couverture sédimentaire elle induit, outre le rejeu des accidents du socle, le développement d'ondulations WNW-ESE à E-W à l'origine des anticlinaux de Chémery, Graçay, Saint-Martin-d'Auxigny et Francillon (feuilles à 1/50 000 Romorantin, Saint-Martin-d'Auxigny, Vatan, Vierzon et Châteauroux).

La microtectonique (petite fracturation) se manifeste par une intense stylolitisation et la formation de deux familles de fractures décrochantes les unes dextres, les autres senestres (Debrand-Passard et Gros, 1980 ; Gros et Martin, 1981). Les pics de stylolites sont toujours subhorizontaux et varient en orientation de N160° à N20°E avec un maximum à N10°E. Les petites failles se répartissent en deux familles :

- une famille de direction moyenne N160° à N170°E. Les stries portées par les miroirs de ces failles sont très peu pentées (pitch compris entre 0 et 25°). Elles caractérisent un mouvement décrochant dextre ;
- une famille de direction moyenne N30°E représentée par de petites failles très nombreuses. Les stries visibles sur les miroirs sont peu pentées et témoignent d'un mouvement senestre.

Ces divers jeux de fractures indiquent que les directions conjuguées N160° et N30°- 40°E constituent un système simple de fracturation apparu sous l'effet d'une compression horizontale proche de N-S. La présence de pics stylolitiques orientés suivant cette direction vient confirmer cette interprétation.

• **Éocène terminal et Oligocène inférieur (35 à 28 Ma).** Cette période se caractérise par un régime distensif ENE-WSW à l'origine des rifts européens : fossés des Limagnes, de Bresse, d'Alsace, de la Loire (Bergerat, 1985 ; Blès *et al.*, 1989 ; Debrand-Passard et Gros, 1980 ; Lerouge, 1984 ; Lerouge *et al.*, 1986). Cette déformation, connue également sur tout le pourtour du Massif central (Bergerat, 1985 ; Blès *et al.*, 1989) induit des rejeux en faille normale des accidents subméridiens créant des points bas où s'installent lacs et marais (Lablanche, 1982).

La microtectonique se manifeste par le jeu en faille normale de failles préexistantes de direction N130° à N150° et N30°- 40°E. Par la néoformation de petites failles normales de direction subméridienne, à faible pendage (30 à 50°). Ces failles tantôt pentées vers l'Ouest, tantôt vers l'Est, ont une morphologie très irrégulière, guidée par la lithologie et portent des stries très pentées qui caractérisent toujours un mouvement en faille normale. Elles sont d'autre part jalonnées par des fentes d'extension décimétrique, subverticales, de direction moyenne N150°E qui confirment ce jeu en faille normale.

• **Oligocène inférieur (28 à 24 Ma).** Les trois blocs constitutifs du bassin de Paris plongent en direction du Nord-Ouest et les parties les plus basses sont occupées par une mer où se déposent les Sables de Fontainebleau (fig. 14).

À la fin de cette période, la partie nord-ouest des trois blocs se soulève (fig. 15). La mer quitte le bassin de Paris laissant place à un lac, celui du Calcaire d'Étampes au sens large (Debrand-Passard *et al.*, 1995). La région de Romorantin comme tout le Sud du bassin de Paris appartient à une vaste pénéplaine faiblement pentée vers Paris.

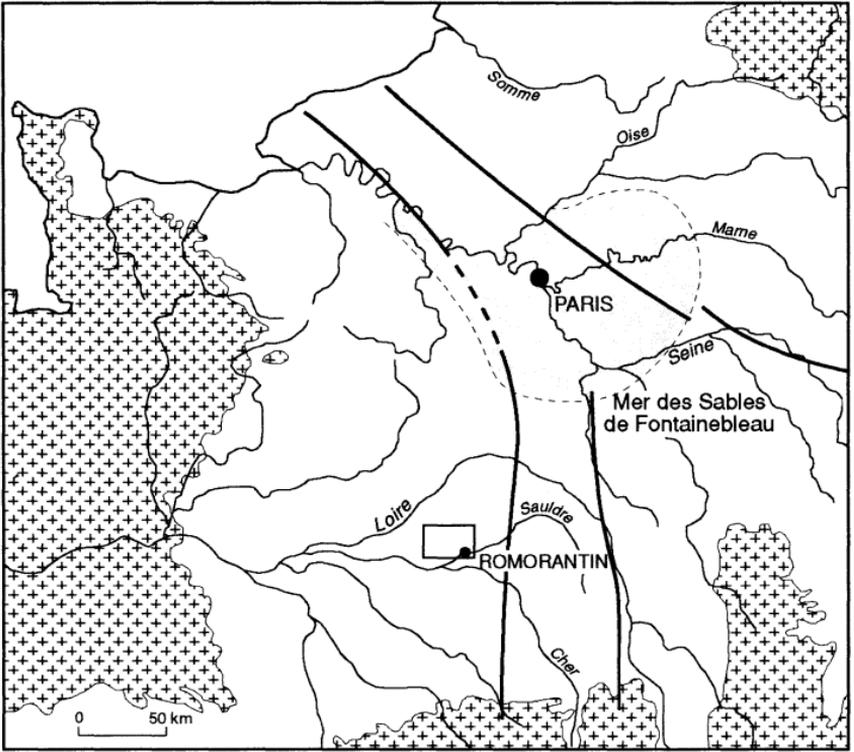


Fig. 14 - Mer des Sables de Fontainebleau (Oligocène inférieur : 30 Ma)

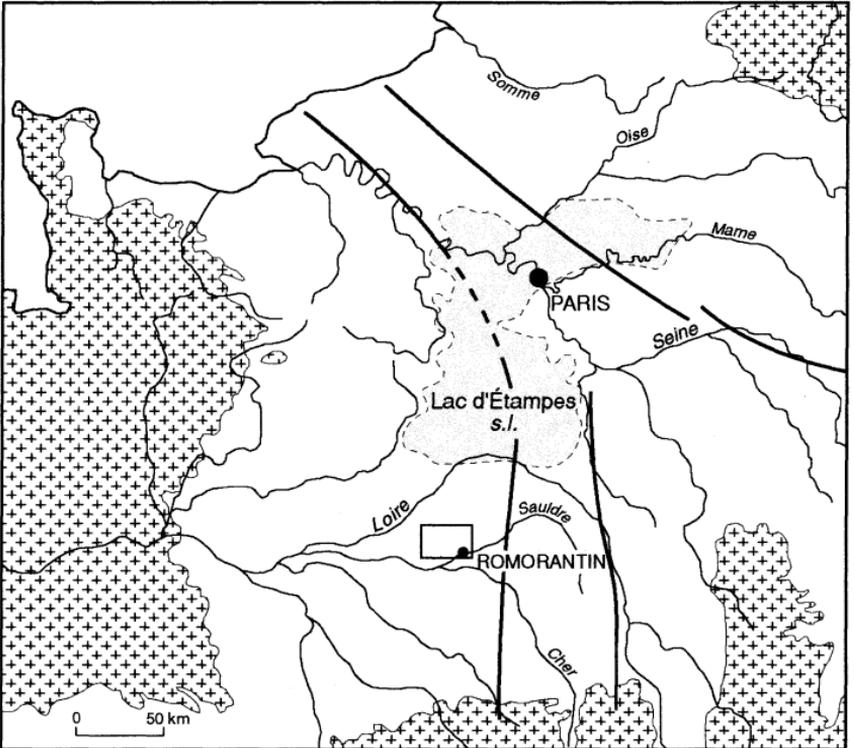


Fig. 15 - Lac d'Étampes (Oligocène supérieur : 28 Ma)

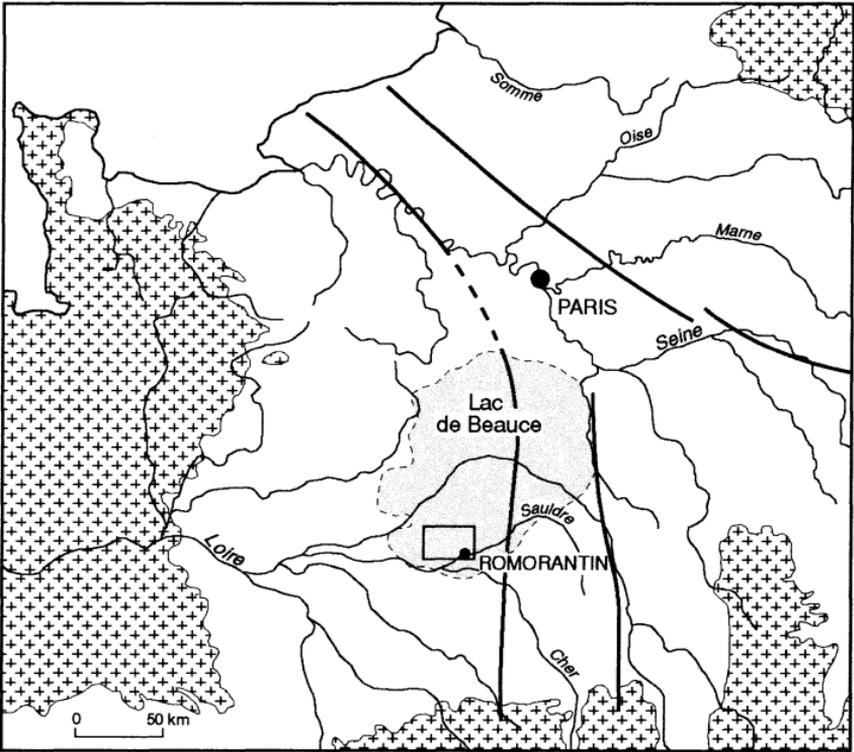


Fig. 16 - Lac de Beauce (Aquitarien : 20 Ma)

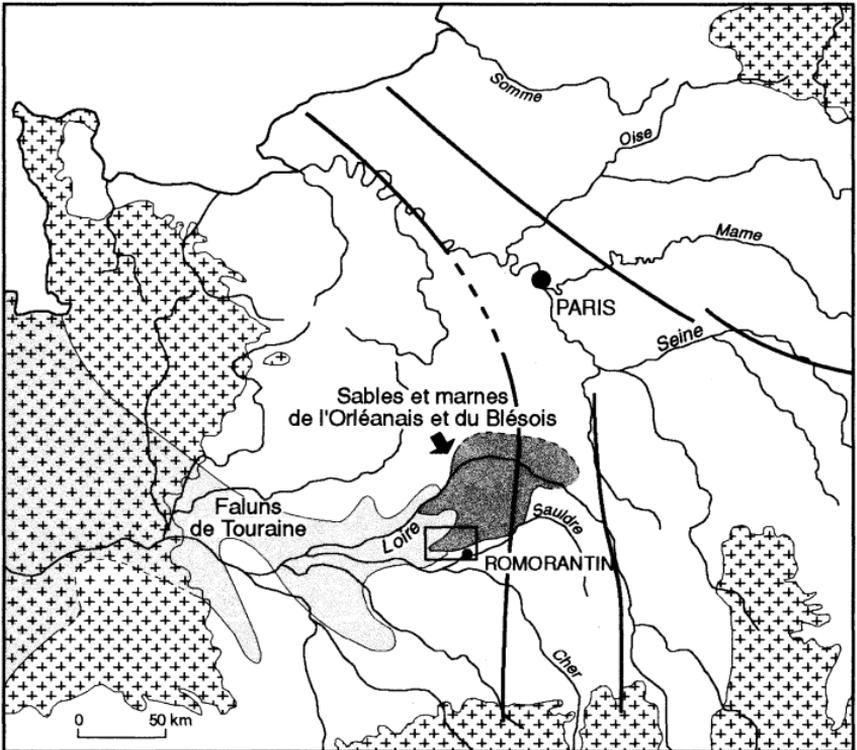
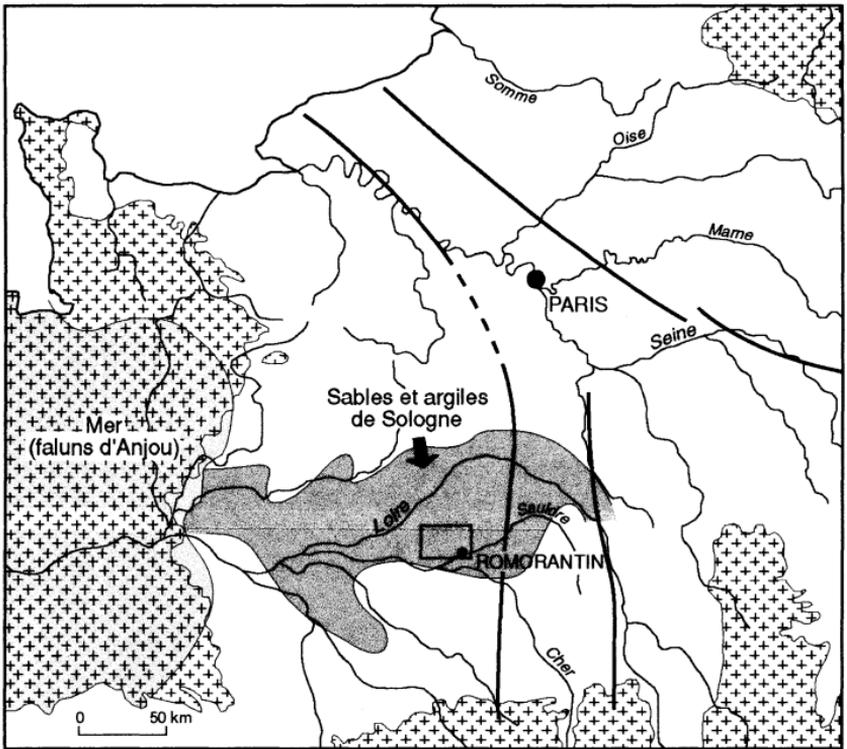


Fig. 17 - Mer des faluns de Touraine, Sables et marnes de l'Orléanais et du Blésois (Burdigalien - Serravalien : 15 Ma)



**Fig. 18 - Mer des faluns d'Anjou, Sables et argiles de Sologne
(Miocène supérieur : 6 Ma)**

Les événements du Néogène

• **Miocène (24 à 5 Ma)**. À l'Aquitainien, début du Miocène, le bloc armoricain bascule en direction du Sud. Le lac de Beauce succède au lac d'Étampes. Ce lac régresse fortement en direction du Nord alors qu'il déborde largement vers le Sud et atteint Romorantin (fig. 16).

Le Burdigalien (Miocène inférieur), coïncide approximativement avec un changement climatique. La pluviométrie augmente et de grands cours d'eau descendent du Massif central. L'un deux sera à l'origine du dépôt des Sables et marnes de l'Orléanais et du Blésois. Parallèlement, le bloc armoricain continue son basculement en direction du Sud pour atteindre son maximum au Miocène moyen (fig. 17). Des eaux marines en provenance de l'Atlantique envahissent la Touraine et le Blésois (faluns).

Au Miocène supérieur, une compression alpine WNW-ESE s'exerce sur l'ensemble de la région (Bergerat, 1985 ; Blès *et al.*, 1989 ; Debrand-Passard et Gros, 1980 ; Lerouge, 1984 ; Lerouge *et al.*, 1986). Le mouvement du bloc armoricain s'inverse. La mer quitte le Blésois, puis la Touraine (fig. 18). Sur le continent, les sédiments fluviatiles perdent leur composante calcaire. Les Sables et argiles de Sologne succèdent aux Sables et marnes de l'Orléanais et du Blésois.

Cette déformation, connue également sur tout le pourtour du Massif central (Bergerat, 1985 ; Blès *et al.*, 1989), induit le jeu en décrochement des failles du socle de direction proche de E-W et en faille inverse de celles d'orientation subméridiennes, c'est notamment le cas de la faille de Sennely (Trémolières, 1981).

• **Miocène terminal et Pliocène inférieur (5,3 à 3,4 Ma)**. Le relèvement de la partie sud du bloc armoricain chasse définitivement la mer de la région. Sur le territoire cartographié, la sédimentation des Sables et argiles de Sologne se poursuit probablement et s'achève au cours du Pliocène inférieur.

Les événements quaternaires

Les analyses microtectoniques ne permettent pas de déterminer l'état des contraintes à la limite Plio-Quaternaire. Toutefois, plus au Sud, dans le Massif central, les mesures réalisées *in situ* montrent que celui-ci est soumis à une compression NW-SE (régime décrochant distensif) qui pourrait induire localement des jeux en faille normale des accidents subméridiens (Cornet et Burlet, 1992). Le même phénomène affecte le Sud du bassin de Paris. Les failles de Sennely et de Sancerre sont une nouvelle fois réactivées. Au Nord de la Loire, le panneau compris entre les deux accidents (fossé du Loing) bascule en direction de l'Est.

GÉOLOGIE DE L'ENVIRONNEMENT

OCCUPATION DU SOL

Le territoire de cette feuille est assez mal pourvu en études pédologiques : les seules données particularisées dont on dispose proviennent de deux inventaires cartographiques à 1/10 000 faits chacun sur environ 1 000 ha dans les années quatre-vingts dans le cadre du programme « secteurs de référence préliminaires au drainage » (Studert et Danjoux, 1984) : ce sont les secteurs de Cour-Cheverny, représentatif de la Sologne viticole, et celui de Courmenin-Vernou-Veillins, qui couvre la Sologne des étangs. Dans le domaine de la végétation, on peut tirer des informations de la Carte de la végétation à 1/200 000, feuille Tours (Corillion, 1973). Pour une connaissance de la flore, le catalogue de E. Martin (1895), simplifié, étendu géographiquement et remis à jour par l'abbé Segret (1931), reste une étude majeure, comme l'atlas des plantes rares de Sologne, en cours de réactualisation avec le concours du Muséum (Lunais *et al.*, 1986). Le catalogue des stations actuellement et potentiellement forestières de la Sologne, récemment paru (Charnet, 1994), est fondé sur des sondages pédologiques et des relevés phytosociologiques faits dans l'ensemble de la Sologne. L'occupation du sol est connue à travers les statistiques du ministère de l'agriculture : il s'agit surtout du recensement général de l'agriculture, refait tous les dix ans (mais dont la restitution se fait par unité administrative, au mieux par canton), et des données Teruti, recueillies annuellement sur un réseau d'observation permanent mais dont la densité est insuffisante pour des restitutions à l'échelle du 1/50 000.

Sols

La variété lithologique de cette zone de contact entre la Sologne viticole à l'Ouest et la Sologne des étangs à l'Est, correspondant aux deux grands types de formation du groupe de Sologne, détermine, conjointement avec le modelé, la répartition des sols.

- Dans la **Sologne des étangs**, les sols sont développés dans les Sables et argiles de Sologne, plus ou moins recouverts par un masque sableux, peu caillouteux et d'origine locale, dont l'épaisseur, le plus souvent décimétrique, est assez nettement réglée par le modelé.

C'est sur les zones les plus hautes, plateaux ou sommets de buttes (interfluves mineurs, relevant des notations Fw à Fy), que l'on observe des sols sableux plus profonds d'évolution à tendance podzolique (voir plus loin) sous forêt ou sol brun sous culture.

Sur les rebords de plateau, l'amenuisement progressif de cette couche relictuelle des alluvions anciennes fait assez vite apparaître des sols à deux couches, sableux à sablo-limoneux en surface, et argilo-sableux entre 40 et 80 cm de profondeur. Morphologiquement semblables à des sols lessivés

acides (bien que complexes, comme l'indiquent les squelettes granulométriques) et marqués par l'hydromorphie temporaire, ils présentent des caractères planosoliques d'autant plus nets que le contraste textural est fort et le soutirage latéral plus rapide ; dans ces situations, on a affaire à des planosols lithomorphes.

Sur les portions convexes des hauts de versant ou les rebords de dépression, l'érosion fait affleurer ou subaffleurer le substrat (m-p) sous la forme d'un faciès d'altération argilo-sableux, qui passe progressivement en profondeur au sable granulaire quartzo-feldspathique. Ce sont des sols lourds du type brun acide à pseudogley ou pseudogley peu marqué, selon l'intensité de l'hydromorphie d'imbibition capillaire, qui sont généralement un peu moins acides que les précédents dans leur forme naturelle.

Sur les versants les plus longs, et notamment dans les bas de pente, des colluvions sableuses ou sablo-limoneuses, à hydromorphie de profondeur, peuvent exister ; ces matériaux ne sont pas représentés sur la carte, et ils sont du reste assez rares.

- Dans la partie occidentale de la feuille, où apparaissent à l'affleurement les Sables et marnes de l'Orléanais et du Blésois (m2-3), et que l'on peut considérer comme le début de la **Sologne viticole**, il faut distinguer deux situations, selon le faciès du substrat. Si on se trouve sur le faciès détritique identique aux Sables et argiles de Sologne, les sols dominants sont analogues à ceux de la moitié orientale, et il n'y a pas lieu d'y insister. En revanche, si l'on est en présence d'un faciès fluvio-lacustre plus argileux et localement carbonaté, on pourra voir quelques sols originaux. Le matériau parental le plus original est une argile lourde de couleur vert olive ou kaki, moins sableuse que le niveau d'altération de la formation de Sologne (le taux d'argile peut dépasser 80% dans les horizons profonds).

En situation de faible pente, une couche décimétrique sablo-limoneuse ou limono-sableuse recouvre le substrat ; la morphologie peut rappeler celle des sols lessivés sous forêt (il s'agit de sols mésotrophes) mais fréquemment, la discontinuité texturale forte et plus proche de la surface qui en résulte, associée à des écoulements hypodermiques importants, amène l'apparition de sols planosoliques hydromorphes. Ces planosols-pseudogleys lithomorphes ont des caractères morphologiques, notamment un horizon « albique », plus accusés que leurs équivalents sur formation de Sologne.

En situation d'érosion, sur les versants des vallées associées aux collecteurs secondaires (comme le Conon, par exemple), les argiles ou marnes vertes, alors directement affleurantes, y supportent des sols moins évolués, du type sol brun eutrophe ou mésotrophe sous forêt. Ces sols présentent souvent des caractères structuraux originaux, sous la forme d'une structure polyhédrique anguleuse à faces brillantes et d'une incorporation profonde de la matière organique (structure vertique), à déterminisme strictement physique. Le terme de pélosol vertique serait toutefois galvaudé, par comparaison avec les pélosols lorrains sur marnes

du Keuper (où le cortège phylliteux est composé de montmorillonite et d'interstratifiés 14M-14V), qui font office de référence française dans ce domaine. Du reste, la capacité d'échange de la fraction argileuse de ces sols en Sologne dépasse rarement les 60 milli-équivalents pour 100 g. L'hydromorphie est plus diffuse (du type imbibition capillaire) et moins forte que dans les planosols évoqués plus haut. Quant aux carbonates, leur apparition dans le profil est assez inconstante ; elle dépend de leur teneur dans le matériau originel, irrégulière comme il a déjà été dit dans cette notice, mais aussi du front de décarbonation, plus lié aux conditions topographiques (rajeunissement du profil) et au drainage interne. Dans les formes non carbonatées, existent parfois des passées sableuses de quelques centimètres d'épaisseur et d'extension latérale mal définie. Signalons enfin l'existence de sols acides et désaturés sur des argiles plastiques grises d'un type particulier, qui semblent faire la transition entre les Sables et marnes de l'Orléanais et du Blésois et la formation de Sologne.

Si les alluvions anciennes n'ont pas fait jusqu'alors l'objet d'une discussion séparée, c'est en raison de la faible épaisseur des couches et de la part substantielle de remaniement du substrat qui s'est mêlée à la fraction allochtone. Ce n'est plus vrai avec les alluvions à graviers roulés des hautes nappes (Fv et surtout Fw) correspondant aux « cailloutis culminants », qui sont présents sous la forme d'auréoles sommitales relictuelles où se sont développés des sols podzoliques, voire des podzols plus organiques. Dans les basses terrasses Fy, on observe aussi des sols sableux profonds du type ocre podzolique.

Sur les formations marginales et plus anciennes qui affleurent dans le quart sud-ouest de la feuille, se trouvent des sols assez originaux. Les faluns (m3) donnent naissance à des sols bruns eutrophes ou calciques selon l'épaisseur, argilo-sableux. Si l'altération du substrat a été plus forte et/ou plus ancienne, ce sont les sols argileux lourds et hydromorphes qui apparaissent. Globalement, les sols calcimagnésiques francs (rendzines et sols bruns calcaires) sont rares. Sur la butte de Chémery, les formations à silex supportent des sols lessivés complexes. Sur les affleurements de Calcaire de Beauce (m1) qui ceignent la butte, ce sont encore des sols bruns, notablement transformés par la mise en culture.

Les sols associés au réseau hydrographique sont classiquement des pseudogleys encore acides sur les dépressions de plateau, des sols colluviaux mésotrophes à pseudogley, généralement plus argileux, dans les dépressions plus creuses en aval des précédentes ou dans les petits vallons (C et CF), enfin des gleys dans les alluvions modernes Fz, associés à des sols sableux d'hydromorphie plus profonde (grèves en bordure du chenal d'étiage, « montilles »).

Végétation et cultures

Au Nord-Est de la diagonale Cheverny-Romorantin, qui matérialise à peu près la limite occidentale de la Sologne des étangs, la forêt prend encore une place très importante, en raison de la médiocre vocation agricole de la plupart des sols. Les peuplements de production sont encore fortement marqués par les enrésinements, moins toutefois que dans la Sologne des Sauldres : pin sylvestre, pin laricio de Corse (en extension), sapin de Douglas et quelques pins maritimes en constituent l'essentiel. Les peuplements feuillus sont constitués de taillis sous futaie et de quelques futaies sur souche où domine le chêne pédonculé. À côté de ces peuplements de production existent des espaces morcelés en voie d'évolution vers la forêt, constitués d'arbustes et d'arbres de deuxième grandeur, qui proviennent de l'enfrichement naturel de terrains de culture abandonnés. Une réflexion s'est engagée depuis quelques années au sein des organismes forestiers de vulgarisation ou de recherche pour une gestion cynégétique ou forestière de ces « friches ». Les terrains restants, hormis les surfaces occupées par les étangs, sont partagés entre les cultures de céréales et de fourrages, les surfaces en herbe (en régression constante depuis le déclin de l'élevage) et de rares cultures légumières.

Dans le Sud et le Sud-Ouest de la feuille, la part de la forêt diminue nettement. Sur les terrains sableux les plus sains se pratique de longue date la culture de l'asperge. L'intérêt de cette culture pour l'économie locale a poussé des exploitants des environs de Romorantin à s'associer pour mettre ce produit en valeur par la création d'un label de qualité régionale avec la marque « Reine de Sologne ». Plus à l'Ouest, c'est le début de la Sologne viticole et des vignobles d'appellation Touraine AOC (cépages cabernet, côst et gamay), qui s'étendent sur la feuille voisine Montrichard, qu'ils se partagent avec la zone d'appellation Cheverny VDQS. On se reportera à la notice de la carte des sols de Montrichard (Studer et Danjoux, 1984) pour connaître les critères pédologiques du choix des porte-greffes et des cépages.

Phytogéographie

Les principaux gradients phytogéographiques sont donnés par la carte de végétation de Tours (Corillon, 1973). En Sologne des étangs, la régression d'un certain nombre d'espèces atlantiques abondantes plus à l'Est, comme l'hélianthème faux alyssum (*Halimium alyssoides*) ou l'hélianthème en ombelle (*Halimium umbellatum*) est à mettre au compte de l'existence de sols moins secs et d'une fermeture plus forte de la couverture végétale, les deux phénomènes étant d'ailleurs liés, plutôt qu'à une variation du climat. Pour preuve, celles qui sont moins associées aux landes, comme *Simethis planifolia*, demeurent.

Le groupement végétal spontané est la chênaie acidiphile centre-atlantique (*Peucedano-Quercetum*) sur la plupart des stations. Contrairement à ce qu'affirme J. Braun-Blanquet (1967), le chêne sessile y est virtuellement majoritaire, et ce n'est qu'à la suite d'une succession multi-séculaire de défrichements et de traitements à courte révolution que le chêne pédonculé, essence colonisatrice de lumière, l'a remplacé, au point de dominer dans les sylvofaciès actuels de l'association.

C'est sur des sols plus humides des dépressions comme les pseudogleys, que l'on trouve du chêne pédonculé « en station ». Quant au chêne tauzin, il existe çà et là dans les phases ouvertes ou les stades forestiers pionniers de la chênaie acidiphile.

Il est à noter enfin que sur les terrains marno-calcaires du Sud-Ouest de la feuille, l'élément subméditerranéen reste assez peu représenté. Pour la flore des étangs, se reporter aux études de P. Maubert (1985) (comité de l'environnement du Loir-et-Cher, Blois).

RESSOURCES EN EAU

La feuille à 1/50 000 Romorantin se place au Sud-Ouest de la Sologne, région géographiquement bien individualisée : les terrains argilo-sableux où l'eau est à fleur de sol, avec de nombreux étangs, occupent la majeure partie du territoire de la carte. Le sol acide est occupé essentiellement par des forêts. Ce n'est que sur le dôme de Soings-en-Sologne-Chémery, où affleure la craie altérée, que le paysage change (forêt plus clairsemée, vignobles).

Si les étangs sont nombreux, les cours d'eau sont rares : la Sauldre à l'extrémité sud-est, le Nant au Nord-Est. Le chevelu hydrographique diffus diverge autour du dôme crétacé, point culminant de cette feuille.

Les eaux superficielles constituent une part importante des ressources en eau, principalement par les étangs mais aussi partiellement pour l'alimentation en eau potable de la ville de Romorantin, par pompage dans la Sauldre.

Les ressources en eau souterraine connues sur la feuille de Romorantin se répartissent en cinq unités principales qui vont, depuis la surface du sol :

- les sables des formations du groupe de Sologne ;
- le Calcaire de Beauce ;
- la craie du Sénonien ;
- les sables du Cénomaniens ;
- les sables et grès du Trias.

Sables et argiles de Sologne, Sables et marnes de l'Orléanais et du Blésois

La nappe de Sologne est contenue dans les chenaux sableux enchevêtrés dans l'ensemble argileux de la formation du Mio-Pliocène et dans le niveau plus homogène des Sables et marnes de l'Orléanais et du Blésois. Cette nappe, libre, couvre la majeure surface de la feuille de Romorantin.

L'eau est en général très peu profonde et il se crée de petites nappes perchées comme à Chémery, à Soings-en-Sologne. Drainée par les différents petits cours d'eau, la nappe s'écoule en rayonnant à partir du dôme de Chémery-Soings-en-Sologne. Mais sur la plus grande surface de la carte, la piézométrie n'est pas déterminable en raison de la complexité du système aquifère et de la rareté des points de mesure.

La productivité est plutôt faible : inférieure à 10 m³/h, avec des débits spécifiques n'atteignant pas 1 m³/h/m. La chimie des eaux n'est pas connue sur le domaine couvert par la carte, mais les eaux de la nappe de Sologne sont réputées dans les environs pour être acides (eau agressive) et chargées en fer.

Cette nappe n'est pas protégée (nappe libre) et est facilement contaminée par les activités de surface. Elle est captée par de nombreux puits anciens à usage domestique ou pour arrosage de jardins, mais la plupart sont abandonnés du fait de l'extension du réseau public.

Calcaire de Beauce

Ce réservoir calcaire est présent sur la presque totalité de la feuille. Il affleure en trois secteurs :

- la vallée du Conon à Cour-Cheverny ;
- autour du dôme crétacé de Soings-en-Sologne ;
- perché au Sud de Romorantin.

Il est enfoui jusqu'à près de 50 m de profondeur au Nord-Est de la feuille où l'épaisseur de cette formation atteint 60 m.

La piézométrie de la nappe (fig. 19) montre une alimentation d'une part par le dôme de Chémery-Soings-en-Sologne, d'autre part par l'Est. La nappe est drainée par la vallée du Conon à Cour-Cheverny. Elle est presque partout captive sous les formations de Sologne, et jaillissante dans la vallée du Nant.

Le Calcaire de Beauce est en général très productif, sauf, naturellement près du dôme de Chémery et près de Romorantin où les calcaires sont dénoyés. Les débits peuvent atteindre de 150 m³/h (ex. : Fontaine-en-Sologne 460-1-2, où la nappe est peu profonde) et les débits spécifiques, très irréguliers dans ce type de réservoir, oscillent de 1 à 50 m³/h/m. À

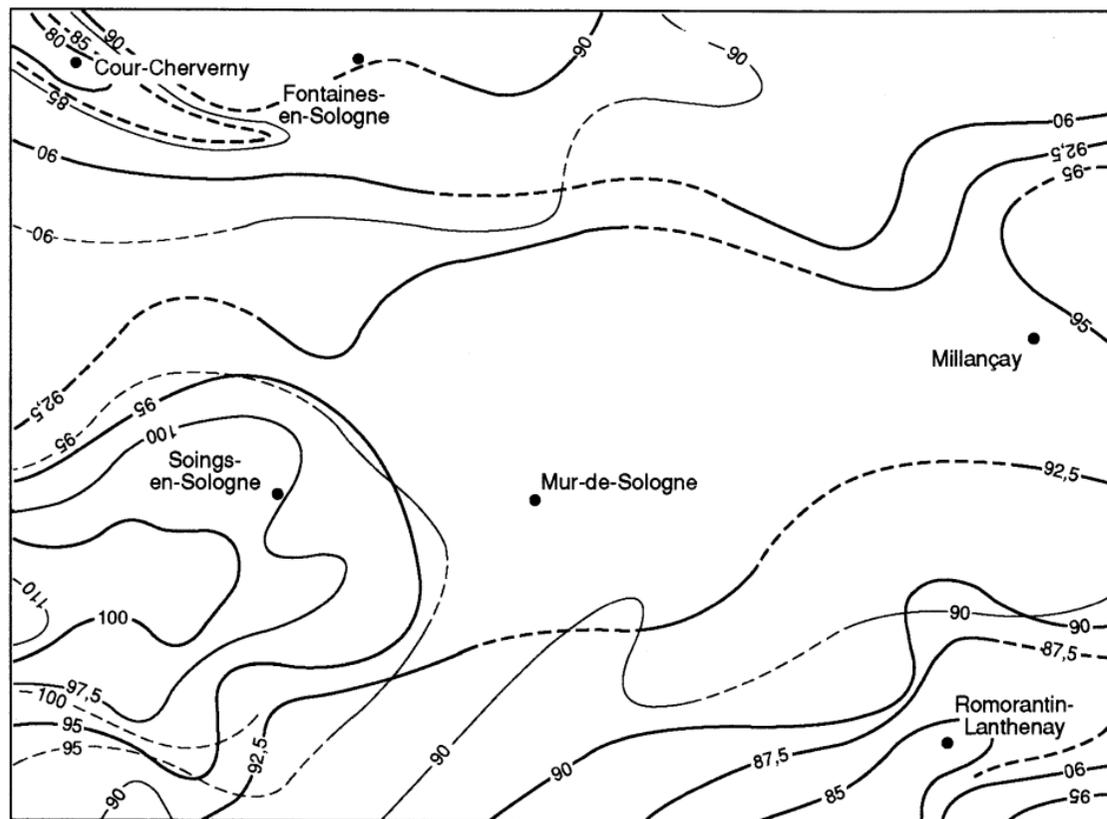
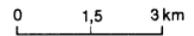


Fig. 19 - Carte piézométrique

 Nappe du Calcaire de Beauce
 équidistance : 5 m

 Nappe de la craie
 équidistance : 2,5 m
 (sauf près du Conon
 et de la Sauldre, rive gauche)

 Trait plein : à partir des points de mesure
 Tirets : extrapolée



l'Est, cependant, où le réservoir est plus marneux, les débits sont généralement de 10 à 30 m³/h.

En ce qui concerne la chimie, les principales caractéristiques sont :

- pH neutre à basique (7,0 à 7,9) ;
- TAC relativement faible pour un réservoir calcaire (17 à 19°) ;
- les nitrates sont absents en nappe captive ; du fer peut être en excès.

La nappe de Beauce est exploitée par de nombreux ouvrages. Cependant, la plupart sont mixtes (captage avec la craie, essentiellement), d'où la difficulté de cerner les caractéristiques propres de la nappe. De nombreux forages ont un usage agricole. Mais, du fait d'une bonne protection naturelle en domaine captif, l'eau est aussi captée pour l'alimentation humaine (Fontaine-en-Sologne 460-2-11, Millançay 460-4-1).

Craie sénonienne

Cette formation est présente sur toute l'étendue de la feuille et affleure au dôme de Chémery–Soings-en-Sologne et à Romorantin. C'est un réservoir discontinu, en fonction de sa nature et de sa structure : craie très altérée et perméable le long des vallées de la Sauldre et du Conon ; craie sableuse bien cimentée près de Cheverny, ne produisant que par fracturation ; craie marneuse compacte en rive gauche de la Sauldre.

La surface piézométrique de la nappe est très plate sur la majeure surface de la feuille, mais montre une alimentation d'une part par l'Est, d'autre part sur le dôme de Chémery–Soings-en-Sologne, et un drainage par les vallées de la Sauldre et du Conon (fig. 19). La nappe est jaillissante dans la basse vallée de la Sauldre et à certains forages de la vallée du Conon. Le fort gradient piézométrique en rive gauche de la Sauldre témoigne de la faible perméabilité du milieu.

La productivité de la nappe de la craie est très irrégulière, en fonction de son degré d'altération ou de fissuration. Ainsi, sur le dôme de Chémery, deux forages voisins donnent 150 et 14 m³/h en débit maximal. La productivité est plus régulière dans les grandes vallées, comme le long de la Sauldre à l'aval de Romorantin (100 à 220 m³/h), mais elle peut être presque nulle au Sud-Est hors de la vallée.

Du point de vue chimie, les principales caractéristiques sont :

- pH élevé : 7,2 à 8,1 ;
- TAC : peu élevé pour la craie : 14 à 19 ;
- les nitrates sont pratiquement absents, sauf sur le dôme de Chémery–Soings-en-Sologne où la craie est affleurante (Contres, Soings-en-Sologne) ;
- le fer est irrégulièrement présent (Contres, Courmemin).

La nappe de la craie est très largement sollicitée :

- pour l'agriculture, du fait des débits parfois très élevés que l'on obtient ;
- pour l'industrie (Chémery, Romorantin) ;
- pour l'eau potable (Cour-Cheverny, Courmemin, Contres, Mur-de-Sologne, Soings-en-Sologne, Velleins) ;
- pour les pompes à chaleur (Romorantin).

Sables du Cénomaniens

Ce niveau sableux, connu ici sous l'appellation « Sables de Vierzon » a été traversé par trois forages. C'est un réservoir régulier reconnu sur 20 à 26 m qui plonge vers le Nord (profondeur allant de -50 m NGF au Sud -150 m environ au Nord).

L'alimentation de cette nappe se fait en partie par les affleurements, au Sud, de l'autre côté de la vallée du Cher. La nappe était encore faiblement artésienne à Romorantin dans les années soixante-dix (cote supérieure à -90 m au point 460-8-3), mais, comme sous toute la Sologne, la nappe accuse une baisse continue (cote de +87 m en 1992 au point 460-8-41, toujours à Romorantin).

La productivité n'est connue qu'au récent captage de Romorantin (460-8-41) qui donne 65 m³/h avec un débit spécifique de 2 m³/h/m.

Profonde, protégée naturellement par les séries marneuses sus-jacentes, l'eau est de bonne qualité. Les caractéristiques principales connues sont :

- un pH de 7,9 ;
- un TAC de 16° ;
- un résidu sec de 238 mg/l à 180°.

La nappe du Cénomaniens n'est captée, à ce jour, que pour l'eau potable (Chémery, Romorantin).

Grès du Trias

Notre investigation en profondeur nous conduit au dernier réservoir aquifère, constitué par les niveaux de grès mal consolidés du Trias, bien connu sur la structure de Contres-Chémery-Soings-en-Sologne. Profond de 1 100 m au sommet de la structure, épais de quelques dizaines de mètres, ce réservoir présente une porosité de 10 à 30% et une perméabilité souvent supérieure à 1.10^{-5} m/s.

Trop profond pour pouvoir offrir une eau potable, ce réservoir est utilisé sur la structure de Chémery-Soings-en-Sologne pour le stockage de gaz. Une utilisation comme source de chaleur a été envisagée à Romorantin.

SUBSTANCES UTILES, CARRIÈRES

Craie et argiles à silex

La craie des faubourgs de Romorantin et sa couverture silicifiée (Rc) exploitées conjointement, ont autrefois fourni des matériaux d'empierrement et de construction (silex) et des amendements calcaires. Les volumes extraits apparaissent modestes.

La craie tuffeuse de la carrière souterraine de la Grande-Brosse, commune de Chémery, ouverte au X^e siècle, a longtemps été exploitée comme matériau de construction. Elle a, en particulier, contribué à édifier la basilique Saint-Laumer à Blois (XI^e siècle) et a été utilisée pour les fondations des châteaux de Chambord et de Cheverny (XVI^e siècle). Les galeries sont aujourd'hui utilisées en tant que cave ou restaurant.

Éocène détritique (eP)

Cette formation n'a donné lieu qu'à de maigres emprunts dont les traces sont peu visibles.

Calcaire de Beauce

Les calcaires, dont l'extraction a aujourd'hui cessé, ont été exploités comme amendement et comme matériau d'empierrement et de remblai. Quelques bancs indurés ont fourni à Chémery et à Cour-Cheverny des moellons de construction.

Sables et marnes de l'Orléanais et du Blésois

De médiocres marnières ont autrefois été ouvertes dans les horizons carbonatés de cette formation à Rougeou, Cheverny (la Rousselière) et à Cour-Cheverny.

Faluns

Les sables faluniens représentent un matériau de remblai, peu argileux, très apprécié. Peu développée jusque-là, leur extraction s'est intensifiée depuis 1965.

Quelques carrières sont en activité sporadique ou permanente sur le territoire de la commune de Contres. La plus importante présente un front de taille de 12 à 13 m de haut. De nombreuses sont abandonnées ou en cours de comblement, d'autres sont totalement remblayées (communes de Contres et de Soings-en-Sologne).

En raison de la perméabilité des faluns et de la proximité du toit du Calcaire de Beauce, une attention particulière mérite d'être apportée au

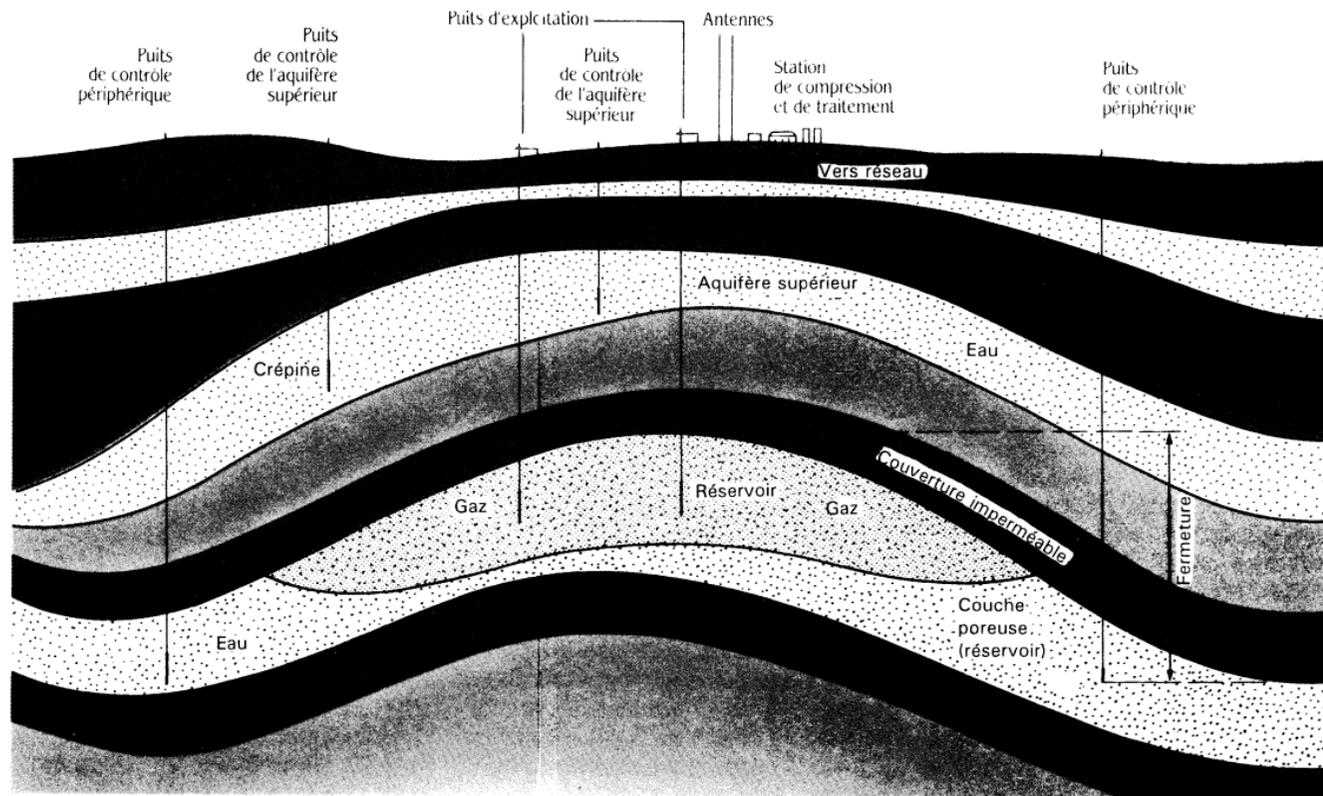


Fig. 20 - Coupe schématique d'un réservoir souterrain en nappe aquifère

choix des matériaux de comblement des carrières afin d'éviter une pollution accidentelle de la nappe phréatique.

Sables et argiles de Sologne

Cette formation a été peu sollicitée. Des argiles sableuses ont été extraites pour la fabrication de briques à 3 km à l'Ouest de Romorantin, près de la D 765, à proximité du lieu-dit les Bruyères.

Sables estuariens (m-pS)

Ils ont été exploités sur le territoire de la commune de Soings-en-Sologne dans une carrière aujourd'hui comblée, ouverte au lieu-dit la Coulée-des-Riaux.

Formations alluviales

Il n'existe pas d'exploitation de matériaux sablo-graveleux alluvionnaires de caractère industriel et permanent. Cependant on rencontre de nombreuses excavations peu importantes, ouvertes pour des besoins locaux ou privés, aujourd'hui abandonnées ou réactivées épisodiquement.

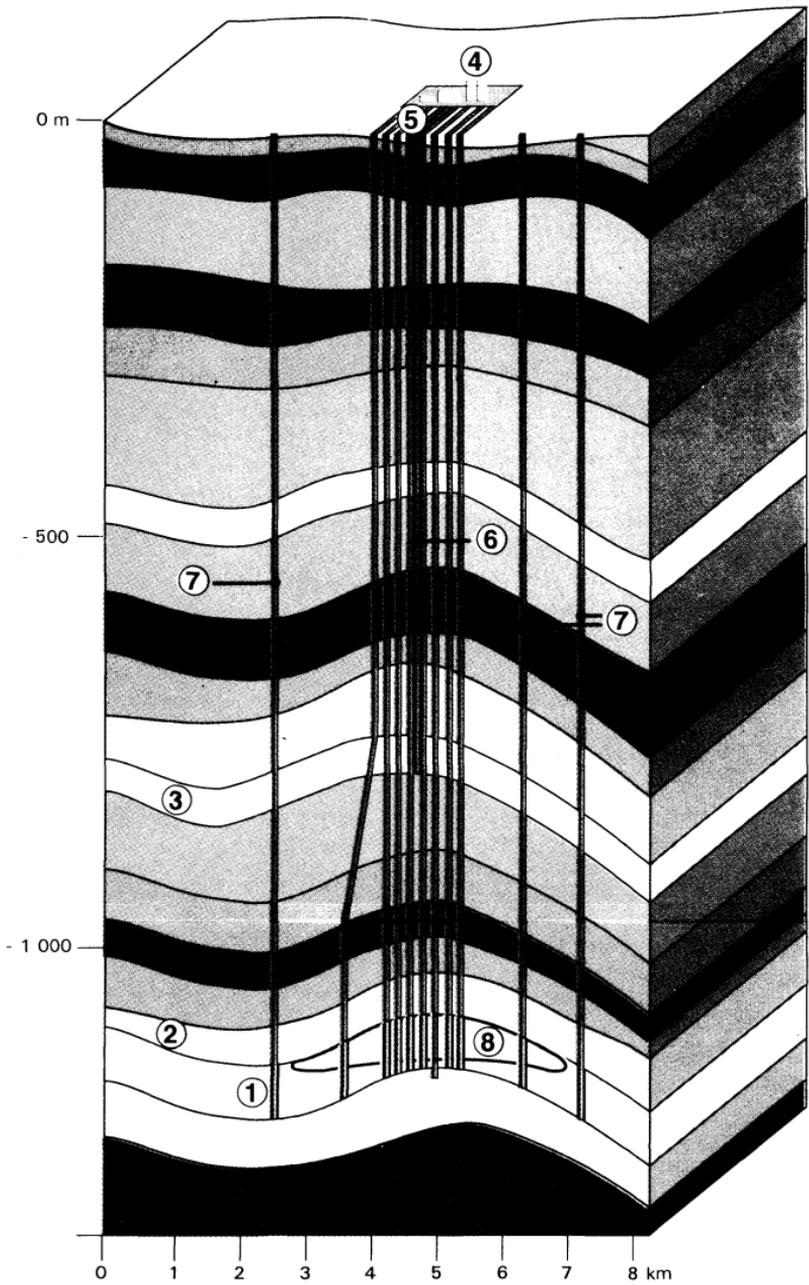
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

LE STOCKAGE SOUTERRAIN DE GAZ NATUREL

La France importe plus de 90% du gaz naturel qu'elle consomme. Alors que, pour des raisons d'ordre économique, l'approvisionnement s'opère régulièrement tout au long de l'année, la consommation est soumise à de fortes variations saisonnières (cinq fois plus importante en janvier qu'en août), d'où la nécessité du stockage temporaire en sous-sol d'importantes quantités de gaz naturel importé.

La France s'est dotée de 15 réservoirs souterrains : 12 en nappe aquifère pour 3 en cavité saline. Un réservoir en nappe aquifère est constitué par une roche poreuse et perméable (sables, grès, calcaires) gorgée d'eau (fig. 20). Cette roche réservoir doit être coiffée d'une couverture étanche, argileuse ou marneuse par exemple, de façon à empêcher le gaz naturel injecté de s'échapper. Les grès du Permo-Trias de deux structures anticlinales du substratum du territoire cartographié se prêtent à ce genre de stockage à Soings-en-Sologne et à Chémery, à une profondeur comprise entre 1 100 et 1 200 m.

Le réservoir de Chémery, le plus grand du monde dans sa catégorie, peut contenir un volume en gaz naturel équivalent à 7 milliards de mètres



- 1 - Réservoir
- 2 - Couverture
- 3 - Aquifère supérieur
- 4 - Station de compression et de traitement
- 5 - Puits d'exploitation
- 6 - Puits de contrôle de l'aquifère supérieur
- 7 - Puits de contrôle périphérique
- 8 - Roche poreuse de stockage du gaz

Fig. 21 - Coupe schématique d'un réservoir

cubes ; celui de Soings-en-Sologne, plus modeste, 760 millions de mètres cubes.

L'injection et le soutirage du gaz en site naturel nécessitent d'importantes installations de surface assurant la relation entre le réseau de transport et les puits d'exploitation (72 à Chémery et 11 à Soings-en-Sologne). Des puits de contrôle (respectivement 22 et 18) assurent, en outre, la surveillance des aquifères (fig. 21).

ITINÉRAIRE GÉOLOGIQUE

Les conditions d'affleurement des formations cartographiées sont généralement médiocres. Les points d'observation offrant quelque intérêt et méritant d'être inclus dans un itinéraire géologique sont situés dans un secteur limité par les localités de Chémery, Contres et Soings-en-Sologne.

La craie tuffeuse sénonienne peut être observée de façon originale au cours de la visite de la cave-restaurant de la Grande-Brosse à 5 km au Nord de Chémery.

Les déplacements sur la butte du même nom permettent d'accéder à l'Éocène caillouteux (un bloc de poudingue est visible à 300 m au Sud-Ouest du lieu-dit le Paradis) et en même temps d'apprécier l'importance des installations de surface de Gaz de France nécessaires à l'exploitation du stockage souterrain de gaz naturel.

La seule curiosité géologique locale est représentée par les faluns. Les carrières (en activité ou abandonnées) qui les entaillent sont situées entre Contres et Soings-en-Sologne. La plus importante, au lieu-dit Château-Gabillon, offre un front de taille localement supérieur à 10 m de haut, développé sur plusieurs centaines de mètres.

Curiosité régionale, le lac de Soings-en-Sologne est le témoignage le plus spectaculaire de l'importance des phénomènes périglaciaires qui ont affecté la Sologne au cours de la dernière glaciation.

BIBLIOGRAPHIE

- AUTRAN A., DERCOURT J. (1980) - Évolution géologique de la France. Mém. BRGM, n° 107.
- AUTRAN A., GÉRARD A., WEBER C. (1976) - La carte gravimétrique de la France. Exemples d'utilisation géologique. *Bull. Soc. géol. Fr.* (7), 18.
- BERGERAT F. (1985) - Déformations cassantes et champs de contraintes tertiaires dans la plate-forme européenne. Thèse doct. univ. P.-et-M.-Curie, Paris, 315 p.

- BLÈS J.L., BONIJOLY D., CASTAING C., GROS Y. (1989) - Successive post-Variscan stress fields in the French Massif Central and its bordures (western European plate): comparaison with geodynamic data. *Tectonophysics*, 169, p. 79-111.
- BRAUN-BLANQUET J. (1967) - La chénaie acidiphile ibéro-atlantique (Quercion occidentale) en Sologne. Communication SIGMA, Montpellier, n° 78, p. 53-87.
- CAMY-PEYRET J., VUILLEUMIER J. (1973) - Les faluns miocènes du Blésois : aspects sédimentologiques et paléoécologiques. Thèse 3^e cycle, Orsay.
- CANU F. (1900) - Contribution à la géologie de Romorantin (Paléontologie). *Bull. Soc. géol. Fr.*, sér. 3, t. 28, p. 96-104.
- CASTAING C., avec la collaboration de AUTRAN A., DELPONT G., TURLAND M. (1984) - Évolution des différents contextes tectoniques et géodynamiques du socle du bassin de Paris depuis le Protérozoïque. Nouvelles hypothèses sur la nature de l'anomalie magnétique. Programme Géologie profonde de la France, thème 2 : anomalie magnétique (bassin de Paris). Documents BRGM, n° 81-2, p. 163-183, 22 cartes.
- CASTAING C., DEBÉGLIA N. (1992) - New method for combining gravimetric and geological data. *Tectonophysics*, n° 24, p. 151-162.
- CHAPUT E. (1917) - Recherches sur les terrasses alluviales de la Loire et de ses principaux affluents. Thèse, Lyon, 303 p., 23 fig., 3 pl. h.t., 1 carte.
- CHARNET F. (1994) - Typologie des stations actuellement et potentiellement forestières de la Sologne (Loir-et-Cher, Loiret, Cher). Institut pour le développement forestier, Orléans, 111 p., fiches, annexes.
- CHARRIER P. *et al.* (1980) - Découverte dans le bassin de Savigné-sur-Lathan (Indre-et-Loire) d'une microfaune et d'une microflore du Miocène inférieur correspondant aux premiers niveaux transgressifs de la mer des faluns de Touraine. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, t. 209, sér. D, p. 1325-1328.
- CORILLION R. (1973) - Carte de la végétation de la France à 1/200 000, feuille n° 32 : Tours. Toulouse : C.E.R.R. - CNRS.
- CORNET F.H., BURLET D. (1992) - Stress field determinations in France by hydraulique tests in boreholes. *J. Geophysical Res.*, vol. 97, p. 11829-11849.
- COURBOULEIX S. (1987) - Phénomènes glaciaires et périglaciaires. Synthèse des connaissances actuelles. Rapport BRGM 87 SGN GEO.
- DEBÉGLIA N., DEBRAND-PASSARD S. (1980) - Principaux accidents issus des corrélations entre les données de géophysique et les données de terrain (au sens large), dans le Sud-Ouest du bassin de Paris. *Bull. Soc. géol. Fr.* (7), 22, n° 4, p. 639-645.

- DEBRAND-PASSARD S. (1977) - Étude préliminaire du Portlandien et du Purbeckien du Berry (bassin de Paris, départements du Cher et de l'Indre). *Bull. inf. géol. bassin Paris*, vol. 14, n° 4, p. 83-86.
- DEBRAND-PASSARD S. (1980-1982) - Le Jurassique supérieur du Berry (Sud du bassin de Paris). *Mém. BRGM*, n° 119, 226 p., 108 fig., 20 pl. photo, 13 pl. ann.
- DEBRAND-PASSARD S., GROS Y. (1980) - La fracturation de la Champagne berrichonne. *Bull. Soc. géol. Fr.* (7), 22, n° 4, p. 647-653.
- DEBRAND-PASSARD S., CLOZIER L., TOURENQ J. (1995) - Événements tectoniques majeurs, post-distension éo-oligocène, de la partie occidentale du bassin de Paris (France). Reconstitution à partir des paléogéographies successives. Actes du colloque « Géoprospective » (Paris, Unesco, 18-19 avril 1994). Fontainebleau : Photolabo-Hassler, p. 239-246.
- DECAILLOT P. (1970) - Étude sédimentologique et géotechnique de l'Héluvien du Blésois (bassin de Contres - Pontlevoy). D.E.S., Paris.
- DENIZOT G. (1927) - Les formations continentales de la région orléanaise. Thèse, Paris, 592 p., 12. pl.
- DOLLFUS G. (1900) - Contribution à la géologie de Romorantin (Stratigraphie). *Bull. Soc. géol. Fr.*, sér. 3, t. 28, p. 93-96.
- DOUVILLÉ H. (1878) - Sur les relations des sables de l'Orléanais, des sables de la Sologne et des faluns de Touraine. Ass. fr. avanct. sci., 7^e session, Paris, p. 557-563.
- DOUVILLÉ H. (1880) - Communication traitant de la superposition directe des faluns aux sables de Sologne. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3^e sér., t. 8, p. 247.
- FLEURY R. (1990) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Aubigny-sur-Nère (462). Orléans : BRGM, 44 p., Carte géologique par R. Fleury (1990).
- FLEURY R., avec la collaboration de DEBRAND-PASSARD S., GROS Y., MARTINS C., MAGET P., CHARNET F. (1991) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Argent-sur-Saoudre. Orléans : BRGM, 62 p. Carte géologique par R. Fleury (1991).
- FLEURY R., avec la collaboration de CHARNET F., DEBRAND-PASSARD S., FARJANEL G., GROS Y., MAGET P., MARTINS C., MONCIARDINI C., PILLARD F., RIVELINE J., TOURENQ J. (1992) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Salbris (461). Orléans : BRGM, 50 p., Carte géologique par R. Fleury (1992).
- FLEURY R., LABLANCHE G., MAUGENEST M.C. (1995) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Saint-Martin-d'Auxigny (492). Orléans : BRGM. Notice explicative par R. Fleury, G. Lablanche, M.C. Maugenest, P. Maget.
- GINSBURG L. (1972) - Sur l'âge des Mammifères des faluns miocènes du Nord de la Loire. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, t. 274, p. 3345-3347.

- GINSBURG L. (1974) - Les fouilles paléontologiques du Bardon (Loiret) et l'âge des sables de Beaugency - Tavers. *Bull. Ass. naturalistes orléanais* (3), n° 12, p. 3-8.
- GINSBURG L. (1975) - Une échelle stratigraphique continentale pour l'Europe occidentale et un nouvel étage : l'Orléanien. *Bull. Ass. naturalistes orléanais* (3), n° 18, p. 3-11.
- GINSBURG L. (1980) - Paléogéographie et âge de la mer des faluns d'après les mammifères. *Mém. Soc. ét. sci. Anjou*, n° 4, p. 69-77.
- GINSBURG L., HUGENEY M. (1980) - La faune de mammifères du Miocène inférieur de Selles-sur-Cher (Loir-et-Cher). *Bull. Mus. national hist. nat.*, 4^e sér., p. 271-276.
- GINSBURG L., JANVIER P. (1970) - Présence de sables helvétiques d'origine fluviatile sous les faluns du bassin de Noyant-sous-le-Lude (Maine-et-Loire). *Bull. Mus. national hist. nat.*, 2^e sér., t. 42, n° 2, p. 435-439.
- GINSBURG L., JANVIER P. (1971) - Les mammifères marins des faluns miocènes de la Touraine et de l'Anjou. *Bull. Mus. national hist. nat.*, 3^e sér., n° 22, p. 190-191.
- GINSBURG L., SEN S. (1977) - Une faune à Micromammifères dans le falun miocène de Thenay (Loir-et-Cher). *Bull. Soc. géol. Fr.* (7), t. XIX, n° 5, p. 1159-1166.
- GINSBURG L., MAUBERT F., TELLES-ANTUNES M. (1987) - Découverte d'*Hispanotherium* et de *Gaindatherium* (*Rhinocerotidae*, *Mammalia*) dans le Miocène de France. *Bull. Mus. national hist. nat.*, 4^e sér., sect. C, n° 3, p. 303-311.
- GROS Y., MARTIN P. (1981) - La fracturation de la bordure nord du Massif central (région des horsts de La Machine, Neuville, Saint-Pierre-le-Moutier). Étude géométrique, cinématique et chronologique. Rapport BRGM, 81 SGN 859 GEO, 18 p., 11 fig.
- HÉRITIER F., VILLEMEN J. (1971) - Mise en évidence de la tectonique profonde du bassin de Paris par l'exploitation pétrolière. *Bull. BRGM* (2), 1, p. 11-30, 1 pl.
- LABLANCHE G. (1982) - Les calcaires lacustres paléogènes de la Champagne berrichonne (étude cartographique, pétrographique, reconstitution du milieu de sédimentation). Documents BRGM, n° 49, 127 p., 28 fig., 4 cartes h.-t.
- LECOINTRE G. (1947) - La Touraine. *Actualités scientifiques et industrielles*, n° 1027.
- LEROUGE G. (1984) - Contribution à l'étude de la fracturation du Nord-Ouest du Massif central et du Sud du bassin de Paris (France). Thèse 3^e cycle, Orléans, 394 p.
- LEROUGE G., FREYTET P., LORENZ C., LORENZ J. (1986) - Proposition d'une chronologie des événements tectoniques, sédimentaires et morphologiques néogènes et quaternaires dans le Sud du bassin de Paris

- et le Nord-Ouest du Massif central français. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, t. 303, sér. II, n° 19, p. 1749-1752.
- LUNAI B., MAUBERT P., GUILLOT G. (1986) - Répartition des plantes rares ou localisées en Sologne, atlas préliminaire 1978-1985. Inventaires de faune et de flore, fasc. 31. Paris : Muséum national hist. nat., 247 p.
- MACAIRE J.J., RASPLUS L. (1975) - Sur des sables superposés aux faluns helvétiques au nord de Contres (Loir-et-Cher). *Bull. BRGM* (1), n° 2, p. 85-90.
- MANIVIT J., DEBRAND-PASSARD S. (1994) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Vierzon (491). Orléans : BRGM. Notice explicative par J. Manivit avec la collaboration de S. Debrand-Passard, Y. Gros, N. Desprez (1994), 50 p.
- MARGEREL J.P. (1980) - Les foraminifères des faluns de Touraine et d'Anjou. *Mém. Soc. ét. sci. Anjou*, n° 4, p. 65-67.
- MARTIN E. (1895) - Catalogue des plantes vasculaires et spontanées des environs de Romorantin, 2^e édition. Romorantin : Standachar et Cie, XI, 533 p.
- MAUBERT P. (1985) - Inventaire botanique de la zone des étangs de Sologne. CDPNE du Loir-et-Cher - DRAE du Centre, 61 p.
- MAYET L. (1908) - Étude des Mammifères miocènes des sables de l'Orléanais et des faluns de la Touraine. *Ann. univ. Lyon*, fasc. 24, 336 p.
- MÉGNIE C. (éd.) (1980) - Synthèse géologique du bassin de Paris, *Mém. BRGM*, n° 101 : texte, 466 p. ; n° 102 : atlas, 54 p.
- MÉNILLET F. (1980) - Les lithofaciès des calcaires de Beauce (Stampien supérieur et Aquitanien) du bassin de Paris (France). *Bull. BRGM*, 2^e sér., sect. IV, n° 1, p 15-35.
- PISSART A. (1987) - Géomorphologie périglaciaire. Laboratoire de géomorphologie et de géologie du Quaternaire, université de Liège.
- PLANCHAIS N. (1970) - Tardiglaciaire et postglaciaire à Mur-de-Sologne (Loir-et-Cher). *Pollens et Spores*, p. 381-428, 9 fig.
- PLANCHAIS N. (1971) - Histoire de la végétation post-wurmienne des plaines du bassin de la Loire, d'après l'analyse pollinique. Thèse, Montpellier.
- RASPLUS L. (1978) - Contribution à l'étude géologique des formations continentales détritiques tertiaires de la Touraine, de la Brenne et de la Sologne. Thèse, Orléans, 2 vol., 454 p. ; 1 vol. fig. et cartes.
- SEGRET L. (1931) - Catalogue raisonné des plantes vasculaires de Sologne. *Bull. Soc. botanique Fr.* (C.R. de la session extraordinaire de 1925), p. 59-122.
- STEHLIN H.G. (1907) - Notices paléomammalogiques sur quelques dépôts miocènes de la Loire et de l'Allier. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 4^e sér., (7).

- STHELIN H.G. (1925) - Catalogue des ossements des mammifères tertiaires de la collection Bourgeois. *Bull. Soc. hist. nat. Loir-et-Cher*, 18, p. 77-277, 31 fig.
- STUDER R., DANJOUX M. (1984) - Carte des sols de la région Centre à 1/50 000, feuille Montrichard. 1 carte + 4 coupures thématiques à 1/10 000 ; une notice explicative 131 p. Chambre d'agriculture du Loir-et-Cher.
- TOURENQ J. (1989) - Les Sables et argiles du Bourdonnais (Massif central, France). Une formation fluvio-lacustre d'âge pliocène supérieur. Étude minéralogique, sédimentologique et stratigraphique. Thèse doct. univ. P.-et-M.-Curie, Paris.
- TOURENQ J., DECAILLOT P., POMEROL C. (1971) - Origine armoricaine des minerais lourds de la mer des faluns. Mise en doute de la capture de la pré-Loire à l'Helvétien inférieur. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, n° 2, p. 63-65.
- TRÉMOLIÈRES P. (1981) - Mécanismes de la déformation en zones de plateforme. Méthodes et application au bassin de Paris. *Rev. Inst. fr. pétrole*, vol. 36, n° 5.
- VATAN A. (1947) - La sédimentation continentale tertiaire dans le bassin de Paris méridional. Thèse, Toulouse, 215 p., 7 pl.
- WEBER C. (1971) - Le socle anté-permien sous la bordure sud du bassin de Paris d'après les données géophysiques. *Bull. BRGM*, sect. I, (2), n° 3, p. 177-189.
- WEBER C. (1973) - Le socle anté-triasique sous la partie sud du bassin de Paris d'après les données géophysiques. *Bull. BRGM*, sect. II, (2), n° 3, p. 219-292.

Carte géologique de la France à 1/80 000

Feuille *Blois* : 1^{re} édition (1884), par H. Douvillé, Le Mesle, Jacquot ; 2^e édition (1940), par G. Denizot.

Feuille *Gien* : 1^{re} édition (1877), par H. Douvillé ; 2^e édition (1940) par G. Denizot, A. Vatan.

Carte géologique de la France à 1/50 000

Feuille *Argent-sur-Sauldre*, par R. Fleury (1991).

Feuille *Aubigny-sur-Nère*, par R. Fleury (1990).

Feuille *Montrichard*, par J.J. Macaire (1977).

Feuille *Saint-Martin-d'Auxigny*, par R. Fleury, G. Lablanche, M.C. Maugenest (1995).

Feuille *Salbris*, par R. Fleury (1992).

Feuille *Selles-sur-Cher*, par J. Manivit (1977).

Feuille *Vierzon*, par J. Manivit (1994).

DOCUMENTS CONSULTABLES

La banque de données du sous-sol du BRGM détient l'inventaire des sondages et autres ouvrages souterrains exécutés dans le périmètre de la feuille et archive régulièrement les nouveaux travaux. Les documents peuvent être consultés soit au service géologique régional Centre, avenue Claude-Guillemin, BP 6009, 45160 Orléans Cedex 2, soit au BRGM, Maison de la Géologie, 77, rue Claude-Bernard, 75005 Paris.

AUTEURS

Cette notice a été rédigée par R. FLEURY (BRGM), avec la collaboration de :

- F. CHARNET (Institut pour le développement forestier, antenne d'Orléans), pour l'occupation du sol ;
- J. CORPEL, S. DEBRAND-PASSARD, Y. GROS (BRGM), pour la tectonique et la synthèse géodynamique régionale ;
- P. MAGET (BRGM), pour les ressources en eau.

Présentation au CCGF : 28 juin 1994.

Acceptation de la carte et de la notice : 11 décembre 1995.

Impression de la carte : 1997.

Impression de la notice : décembre 1997.

ANNEXES

FORMATIONS TURONO-SÉNONIENNES RECONNUES EN SONDAGES

N° du sondage	Attribution stratigraphique	Cote du toit	Cote du mur	Épaisseur	Faune ou microfaune	Attribution stratigraphique et épaisseur de la formation sus-jacente
1-1	Non précisée (Crétacé)	30	?	> 40m		eP 9,5 m
1-4	Sénonien	32	?	> 13 m		eP 12 m
1-20	Campanien supérieur (biozone <i>f</i>)	80	?	?	x	eP 11 m
1-30	Non précisée (craie)	55	?	> 4 m		eP 24 m
2-1	Sénonien	45	?	> 7 m		m ₁ 24 m
2-5	Turonien ?	46,5	?	> 4 m		Rc 4 m
2-6	Non précisée (craie)	33	?	?		eP + Rc 5 m
2-8	Sénonien	17		> 5 m		Rc 17 m
2-18	Non précisée (craie)	34	?	> 21 m		eP + Rc 11 m
3-2	Sénonien	28	?	> 24,8 m		eP + Rc 9,2 m

FORMATIONS TURONO-SÉNONIENNES RECONNUES EN SONDAGES (suite)

N° du sondage	Attribution stratigraphique	Cote du toit	Cote du mur	Épaisseur	Faune ou microfaune	Attribution stratigraphique et épaisseur de la formation sus-jacente
3-6	Non précisée (craie)	- 6	?	> 15 m		eP 29 m
4-4	Sénonien	34	?	> 29 m		Rc 3 m
5-2	Turonien	62	?	> 16 m		Rc 8 m
5-23	Turonien et Sénonien	100	11	89 m		eP + Rc 21 m
5-24	Sénonien	107	?	> 26 m		eP + Rc 24 m
5-37	Turonien et Sénonien	73	?	> 60,6 m		Rc 4 m
5-43	Turonien	64	?	?		Rc 8 m
5-67	Non précisée (Crétacé)	85	?	> 25 m		Rc 2 m
5-84	Non précisée (Crétacé)	24	?	> 25 m		eP 13 m
5-140	Non précisée (Crétacé)	83	?	> 11,5 m		Rc 4 m
5-156*	Faune silicifiée du Campanien basal (biozone <i>g</i>) à la cote 104					

FORMATIONS TURONO-SÉNONIENNES RECONNUES EN SONDAGES (suite)

N° du sondage	Attribution stratigraphique	Cote du toit	Cote du mur	Épaisseur	Faune ou microfaune	Attribution stratigraphique et épaisseur de la formation sus-jacente
5-157*	Santonien	122	?	> 6,5 m	x	eP 3,5 m
5-169*	Santonien (possible)	89	?	> 3 m	x	eP + Rc 2 m
5-178*	Sénonien	86	?	> 6,5 m		eP + Rc 5,5 m
6-1	Sénonien	50	?	> 26 m		eP 31 m
6-3	Sénonien	79	?	?		eP 4 m
6-6	Non précisée (Crétacé)	74	?	> 24 m		eP 12 m
6-7	Sénonien	87	65	22 m		eP 6 m
	Turonien	65	?	> 34 m		
6-8		84	?	> 12 m		eP 6 m
6-10	Sénonien	66,5	?	> 14 m		Rc 7 m
6-12	Non précisée (Crétacé)	95	?	> 25 m		eP + Rc 10 m

FORMATIONS TURONO-SÉNONIENNES RECONNUES EN SONDAGES (suite)

N° du sondage	Attribution stratigraphique	Cote du toit	Cote du mur	Épaisseur	Faune ou microfaune	Attribution stratigraphique et épaisseur de la formation sus-jacente
6-14	Non précisée (Crétacé)	82	?	> 12 m		Rc 14 m
6-16	"	91	?	> 23 m		eP 12 m
6-20	"	70	?	> 27 m		eP 3,5 m
6-21	Turonien	68,2	?	> 38,1 m		eP 7,8 m
6-41*	Faune silicifiée du Santonien à la cote 101					
6-54*	Santonien probable	100	?	> 8 m		m1 3 m
6-59	Non précisée (Crétacé)	76,2	?	?		eP 22,6 m
7-1	Sénonien	3	?	?		eP 13,3 ou 19,6 m
7-3	Non précisée (Crétacé)	11,5	?	> 13,6 m		eP ou Rc 11 m
8-1	Turonien	74,2	?	> 8,5 m		eP ou Rc 8,6 m
8-2	Sénonien	73,7	?	> 1,2 m		Rc 3,3 m

FORMATIONS TURONO-SÉNONIENNES RECONNUES EN SONDAGES (suite)

N° du sondage	Attribution stratigraphique	Cote du toit	Cote du mur	Épaisseur	Faune ou microfaune	Attribution stratigraphique et épaisseur de la formation sus-jacente
8-3	Sénonien	21,2	- 28,3	49,5 m		Rc 43,3 m
	Turonien	- 28,3	- 50	21,7 m		
		ou				
	Sénonien	21,2	12,7	8,5 m		
	Turonien	12,7	- 50	62,7 m		
8-4	Sénonien	51	?	> 14 m		Rc 29,9 m
8-10	Sénonien	48,5	?	> 21,5 m		Rc 26,5 m
8-11	Sénonien	76,0	?	> 41 m		eP 5 m
8-13	Non précisée (craie gréseuse)	61,5	?	> 32 m		eP 14 m
8-14	Non précisée (craie à silex)	74	?	> 42 m		Rc 18 m

FORMATIONS TURONO-SÉNONIENNES RECONNUES EN SONDAGES (suite)

N° du sondage	Attribution stratigraphique	Cote du toit	Cote du mur	Épaisseur	Faune ou microfaune	Attribution stratigraphique et épaisseur de la formation sus-jacente
8-17	Sénonien	82	?	> 33 m		eP 4,5 m
8-32	"	55,5	?	> 31,5 m		Rc 36,5 m
8-33	"	52	?	> 46 m		Rc 40 m
8-35	"	64	?	> 43 m		Rc 9,5 m
8-37	Sénonien	37	?	> 4 m		eP + Rc 34 m
8-38	Non précisée (Crétacé)	50	?	> 36 m		Rc 14 m
8-39	?	60,5	?	> 20,2 m		Rc 18 m
8-40	?	61,5	?	> 39,5 m		Rc 22,5 m
8-44*	Sénonien <i>s.l</i>	88,5	?	> 1 m		eP 3 m

La lecture de ces tableaux, dressés à partir des données archivées au titre du Code minier, illustre les différences d'interprétations auxquelles peut donner lieu l'examen des déblais de forage. L'exemple le plus significatif est représenté par les coupes des sondages 8-4 et 8-11 exécutés aux mêmes fins sur le même site.

(* : sondage de reconnaissance cartographique).

ÉVOLUTION DE LA TOURBIÈRE DE MUR-EN-SOLOGNE (d'après Planchais, 1970)

Zone pollinique	Évolution de la végétation	Climat	Action de l'homme	Phase climatique
VIII	Paysage semi-boisé. Régression du bouleau. Présence de chêne et hêtre, charme, noisetier. Disparition du tilleul. Plantes herbacées cultivées et adventices.		Période subactuelle, forêts et défrichement. Moyen-Âge. Période romaine	Subatlantique
VII b	Extension maximale du bouleau. Régression de l'aulne. Présence de chêne, noisetier, orme, tilleul, hêtre.	Sécheresse	Chalcolithique probable	Subboréal
VII a	Extension maximale de l'aulne accompagnée de <i>Rhamnus</i> : présence de chêne, bouleau, noisetier, orme, tilleul et frêne.		Influence de l'homme ?	Atlantique
VII	Régression de la forêt (assèchement). Réapparition de l'armoise. Régression du pin. Extension du bouleau, du chêne. Maximum de l'orme et du noisetier.	Sécheresse		Boréal
V	Première forêt. Maximum du pin avec bouleau, chêne, noisetier, aulne.			Début du Boréal

ÉVOLUTION DE LA TOURBIÈRE DE MUR-EN-SOLOGNE (d'après Planchais, 1970) (suite)

Zone pollinique	Évolution de la végétation			Climat	Action de l'homme	Phase climatique
IV	Phase de boisement de la région : les arbres classés par ordre d'importance des pourcentages polliniques sont : pin, bouleau, aulne, noisetier, chêne.			Réchauffement		Préboréal
	Étangs	Région solognote	Vallée du Cher			
	Végétation semi-aquatique. Ceinture de bouleaux, d'aulnes et saules encore clairsemés.	Pins, chênes, noisetiers.	Chênes, ormes, aulnes, noisetiers.			
III	Diminution des plantes aquatiques. Développement des plantes semi-aquatiques. Peu de régression dans la bordure d'arbres.	Armoise et graminées (pelouses ? ou landes non figurées dans l'assemblage pollinique et masquées par la roselière ?)	Régression légère des feuillus.	Phases de refroidissement. Température de juillet $\approx 12^{\circ}\text{C}$ \rightarrow limite de la forêt de pin.		Dryas récent

ÉVOLUTION DE LA TOURBIÈRE DE MUR-EN-SOLOGNE (d'après Planchais, 1970) (suite)

Zone pollinique	Évolution de la végétation			Climat	Action de l'homme	Phase climatique
II	Étangs	Région solognote	Vallée du Cher	Phase d'amélioration climatique. Température de juillet $\approx 15^{\circ}\text{C}$ \rightarrow limite des feuillus.		Alleröd
	Épanouissement des plantes aquatiques ; plantes semi-aquatiques. Petite extension et modification de la bordure d'arbres ; espèces naines disparaissent.	Colonisation par <i>Juniperus</i> .	Disparition du pin. Accroissement des feuillus.			
I	Plantes aquatiques ; semi-aquatiques. bouleaux nains, bouleaux, saules <i>Ramunculus acer</i> .	<u>Stades pionniers</u> : plantes herbacées <u>Psammophiles</u> : graminées, caryophyllacées, crucifères, papilionacées, rosacées. <u>Composées</u> , <i>Rumex acetosella</i> , <i>Helianthemum</i> , buissons d' <i>Artemisia campestris</i>	Pins et feuillus : chêne, noisetier, aulne, orme.	Phase froide. Température de juillet $\approx 10^{\circ}\text{C}$ \rightarrow limite de la forêt claire à bouleaux		Dryas ancien

