



**CARTE
GÉOLOGIQUE
A 1/50 000**

BUREAU DE
RECHERCHES
GÉOLOGIQUES
ET MINIÈRES

BEAUGENCY

XXI-20

BEAUGENCY

La carte géologique à 1/50 000
BEAUGENCY est recouverte par la coupure
BEAUGENCY (N° 94)
de la carte géologique de la France à 1/80 000

CLOYES- S-LE-LIBRE	PATAY	ORLÉANS
SELOMMES	BEAUGENCY	LA FERTE- ST-AUBIN
BLOIS	BRACIEUX	LAMOTTE- BEUVRON

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



NOTICE EXPLICATIVE

INTRODUCTION

Des portions de quatre régions naturelles bien différentes se partagent cette feuille ; du Nord au Sud :

- La Beauce méridionale, plateau fertile grâce à un placage de limons éoliens sur substrat calcaire.
- La forêt de Marchenoir, installée sur des argiles à silex.
- Le Val de Loire, plaine fertile par son sous-sol alluvial.
- La Sologne, au sous-sol ingrat, argilo-sableux, amélioré par un placage discontinu d'alluvions anciennes, placage plus épais à proximité de la Loire. La Sologne est occupée par des bois, des cultures et des étangs artificiels.

Les coteaux bordant le Val de Loire, bien qu'ils ne dépassent pas une vingtaine de mètres de hauteur, constituent le principal relief. La Sologne forme ici un glacis très doux entre deux terrasses. La Beauce s'élève insensiblement vers la forêt de Marchenoir. Des vallonnements modestes sculptent cependant Beauce et Sologne. Les Mauves de Meung ont des fonds plats larges et humides.

HISTOIRE GÉOLOGIQUE SOMMAIRE

Au Crétacé supérieur une mer, dépendance de l'Atlantique, occupait toute la région et a déposé des boues calcaires (craie). Lors de son retrait, sur la craie, se sont formées des argiles à silex.

Pendant le Paléogène, toute la surface de la feuille était soumise à l'érosion et à l'altération continentales sous climats chauds. Il en reste quelques dépôts fluviaux, remaniant les formations locales comme l'argile à silex, ou d'apports plus lointains du type des sables feldspathiques. Ces terrains sont souvent affectés de ferruginisations, silicifications, kaolinisations.

Le relief était certainement très faible, quoique l'anticlinal de Marchenoir se soit individualisé à cette époque.

La mer du bassin de Paris a peut-être atteint le coin nord-est de la feuille à l'Oligocène.

Au Miocène, l'évolution continentale a continué. Mais un lac s'est étendu sur toute la région, à l'exclusion probablement du coin nord-ouest (Aquitanien). Puis des rivières descendant du Massif central ont étalé, à l'emplacement du lac, des sables feldspathiques et des argiles ; des marnes se déposaient dans des petites dépressions temporaires (Burdigalien). La mer s'est approchée, venant de l'Ouest, jusqu'en limite de la feuille ; la sédimentation fluviale devait se poursuivre (Helvétien).

On ne sait rien, concernant cette feuille, de l'histoire au Pliocène et au Quaternaire ancien.

C'est probablement au Mindel, avant-dernière grande période froide du Quaternaire, que la Loire, beaucoup plus puissante et plus large que maintenant, a occupé le Sud-Est de la feuille. Au Riss, dans les mêmes conditions périglaciaires elle a balayé une bande large de 9 kilomètres.

Les périodes interglaciaires, de climat tempéré, sont marquées surtout par des sols anciens qui altèrent les alluvions des terrasses sur quelques mètres d'épaisseur.

C'est du Riss que datent les industries humaines les plus anciennes connues dans la région.

Le Würm, dernière période périglaciaire, a eu une grande importance dans le façonnement de détail du relief : creusement du Val de Loire et des vallonnements ; elle est également responsable de la fixation en Beauce des poussières éoliennes qui constituent le limon ; d'ailleurs, les alluvions du Val sont aussi wurmiennes pour l'essentiel.

Depuis le Würm, la région a très peu évolué. Des alluvions se sont étalées sur la surface du Val et des Mauves, et dans les fonds des principaux vallons.

DESCRIPTION DES TERRAINS

QUATERNAIRE

FC. Dépôts de ruissellement et solifluxion. Fini-Würm à moderne. Tous les terrains, en dehors du Val constitué d'alluvions, sont couverts d'une pellicule superficielle argilo-sableuse, qui provient de la dégradation et du remaniement par ruissellement, vent et solifluxion, de la surface dénudée au Würm. C'est cette pellicule qui supporte les sols modernes. Elle est généralement trop mince (moins de 1 m) pour être portée sur la carte. C'est le cas, pour cette partie de la Sologne, du « sable mort » ou « sable à lapins », très siliceux. Lorsqu'elle dépasse 1 m en moyenne, elle est indiquée sur la carte et répartie entre deux faciès dominants : FC et LP.

FC est une formation sablo-argileuse et souvent caillouteuse, surtout à la base. Teinte gris sombre. Elle est faite d'un mélange des roches situées à l'amont sur le versant, avec une faible part d'apport éolien. Son épaisseur maximale est de quelques mètres seulement.

FC constitue un placage sur les versants wurmiens, même très doux, et est responsable de leur forme empâtée. C'est dire qu'il date essentiellement du Würm et plus spécialement de la fin de cette époque, période d'engorgement du réseau hydrographique.

Sur le bord de la terrasse présumée rissienne, de Cléry-Saint-André à Saint-Laurent-des-Eaux, le dépôt FC empâte un chevelu de rigoles qui utilisaient au Würm la pente latérale de cette terrasse.

Le processus de ruissellement se continuant jusqu'à nos jours, il existe des remaniements récents à la partie supérieure de FC ; ils n'ont un peu d'ampleur, jusqu'à 2 ou 3 m, qu'au bas de talus accusés en bordure du Val : Barchelin (Beaugency), Lestiu, le Tertre, etc.

On désigne sous la même notation FC une pellicule superficielle sablo-argileuse produite par le remaniement et l'étalement de la formation de l'Orléanais, sur le

plateau de Beauce. Elle recouvre des poches irrégulières et peu profondes de sables argileux dispersées sur les calcaires.

LP. Limon lœssique. Fini-Würm. Terrain fin, argilo-limoneux, cohérent, de teinte chocolat au lait.

Ce limon est une variante des dépôts superficiels fini-wurmiens. Comme il a été dit à propos de FC, ces dépôts couvrent toute la surface, le Val de Loire mis à part, mais ils sont souvent très minces. LP est porté sur la carte aux endroits où son épaisseur moyenne approche ou dépasse un peu le mètre.

LP diffère de FC par une granulométrie plus fine et l'abondance de l'argile (montmorillonite). Cependant il y a passage d'une formation à l'autre, donc des intermédiaires à l'état de limon plus ou moins sableux.

Ce limon lœssique est généralement dépourvu de calcaire. En quelques endroits on voit un horizon de limon calcaireux conservé sous 1 m environ de limon non calcaire (par exemple à Mer, dans la tranchée de la voie ferrée au NE de la gare).

Le limon lœssique du Sud de la Beauce est décarbonaté par pédogenèse, et c'est un dépôt essentiellement éolien (J.J. Macaire, 1971).

LP repose toujours sur la formation de Beauce, par l'intermédiaire d'un colluvium d'altération wurmien (voir Cm_{1a}). L'ensemble donne des terres très fertiles.

Les surfaces où les limons éoliens sont épais sont commandées par le modelé du terrain, si doux soit-il : elles correspondent aux portions les plus planes du plateau et à des versants exposés à l'Est ou au Sud.

Résultats de l'analyse granulométrique de trois échantillons de LP
(par J.J. Macaire)

	Profondeur	Argile	Limon fin	Limon grossier	Sable fin	Sable grossier	Gravier
Meung, les Bellevues au SW de la Bonnerie	0,8 m	42,9	19,8	18,2	3,8	14,8	0,5
Beaugency, les Gouffres	1,2 m	41,7	27,3	7,8	6,8	15,9	0,5
Lestiou, croix Matagon	1 m	35,4	30,6	1,6	15,2	17,2	0

CR_{m1a}. Pellicule mince sur formation de Beauce altérée. Würm. Quelques décimètres seulement d'un dépôt sablo-argileux semblable à FC et chargé de cailloux calcaires, recouvrent en surface la formation de Beauce.

Sous cette mince pellicule d'apport, la formation de Beauce est altérée. S'il s'agit de calcaire dur, il est fragmenté sur quelques décimètres de profondeur. Dans le cas de calcaires tendres et de marnes, l'altération est plus profonde, atteignant quelques mètres ; c'est le « tuf » des Beaucerons : une roche calcaire tendre, agglomérat de fragments de calcaire de la taille du bloc à la poussière, avec par places des éléments de meulière. Ces altérations datent du Würm et sont dues au fractionnement par le froid et à la solifluxion. Elles existent aussi sous les dépôts FC et LP.

Les aires de Cm_{1a} ont été reconnues par la présence en surface de taches arrondies riches en cailloux calcaires. Par opposition, en surface du FC, les cailloux sont dispersés de façon homogène.

Rs. Argiles sableuses à cailloutis de silex. Quaternaire. Association de fragments de silex et d'une matrice d'argile sableuse. Les silex proviennent soit directement de la craie, et dans ce cas ils peuvent comporter des restes de patine blanche, soit de l'Éocène (e) ce qui se traduit par des patines colorées en noir, rouge, jaune. La matrice est une argile généralement impure, chargée de quartz.

Cette formation, toujours superficielle et épaisse de 1 à 2 m en moyenne, provient de l'altération et du remaniement au Quaternaire du Sénonien et de l'Éocène. Les silex, très résistants, sont concentrés.

F_z. Alluvions modernes. Deux cas sont à distinguer :

Alluvions modernes de la Loire. Leur granulométrie varie du sable fin (limon de débordement) aux galets. Elles sont surtout siliceuses : le sable et le gravier sont faits essentiellement de quartz et de feldspaths. Les galets sont surtout de silex, de quartz, grès, roches éruptives et calcaires.

Ces alluvions sont, dans l'ensemble, plus fines à l'écart du cours actuel.

F_{zA}. Alluvions modernes de l'Ardoux. Ce sont des limons argileux. Ils remplissent la bordure de rive gauche du Val entre Cléry et Saint-Laurent-des-Eaux, à l'abri d'un cordon de « montilles ».

Composition des alluvions grossières holocènes de la Loire aux carrières de la Reine Blanche (Meung-sur-Loire). En pourcentages de chaque fraction granulométrique.

	Galets au-dessus de 2 cm	Graviers 2 cm à 4 mm	Sable 4 à 1 mm	Limon au-dessous de 1 mm
Silex	90	70	10	3
Quartz	10	20	80	90
Feldspaths	-	1	1	4
Roches éruptives	-	9	10	-
Calcaire	-	-	-	3

- Dans les petites rivières, l'Holocène est représenté par un limon fin, fait de particules de l'argile au sable, colmatées par de la matière organique qui assure l'imperméabilité. Il peut comporter des lentilles de gravier et de la tourbe. Ce dépôt occupe le fond plat des thalwegs et n'a généralement que quelques mètres d'épaisseur.

F_y. Alluvions holocènes. Deux cas sont à distinguer :

Dans le Val de Loire, il s'agit d'alluvions de mêmes composition et granulométrie que les alluvions modernes ; l'épandage terminal est fin : sables et sablons.

Ces alluvions forment les « montilles » ou buttes insubmersibles du Val, qui ne dépassent les chenaux à remplissage moderne que de 2 m au maximum. Les « montilles », bien marquées à l'Est d'Orléans, s'atténuent ici, tant en hauteur qu'en étendue.

Les alluvions holocènes ont été datées par la découverte d'industries néolithiques et de débris de céramique gallo-romaine, sur la feuille contiguë de la Ferté-Saint-Aubin.

A l'inverse des alluvions modernes, les alluvions holocènes ont évolué superficiellement en un sol alluvial plus ou moins lessivé.

Les contours entre les montilles d'Holocène et les chenaux modernes ont été dessinés d'après photographies aériennes, en étendant un réseau d'observations de terrain.

L'épaisseur de l'ensemble alluvial dans le Val varie de quelque 2 m en bordure à une douzaine de mètres. Toutes ces alluvions ne sont pas holocènes et modernes ; leur base est wurmienne (voir F_x).

Les alluvions du Val reposent partout directement sur la formation calcaire de Beauce, qui est très karstique. La surface entre les deux terrains est irrégulière ; les alluvions forment des remplissages de poches qui pénètrent dans le calcaire sur plusieurs mètres de profondeur. En outre, les dissolutions encore actives entraînent des effondrements. Les principaux gouffres (« fontis ») et dolines repérés sont portés sur la carte.

F_x. Alluvions wurmiennes. Dans les vallées des ruisseaux de Sologne : le petit Ardoux, les rus de Vézennes, de Châtillon, de Géloux, etc, une banquette est formée, sous un mince placage de FC, de sables lessivés, à graviers et galets siliceux. Ce même terrain existe sous les ruisseaux. Son épaisseur atteint quelques mètres. A cause de sa position et de son évolution pédologique, cette formation est rapportée au Würm.

Dans les Mauves de Meung, des alluvions de fond de vallée, connues par sondages,

passent latéralement aux dépôts de versants wurmiens (FC) ; mais elles sont cachées par les alluvions holocènes. Ce doit être le cas pour l'Ardoux en amont de Cléry.

Il en est de même pour la Loire : la base de la masse alluviale est wurmienne, comme le creusement du Val. Ces alluvions wurmiennes ont la même composition que les alluvions holocènes en profondeur.

F_w. Alluvions anciennes de la terrasse de Châteauneuf. Riss probable. Ces alluvions comprennent toutes les granulométries de l'argile aux galets et même aux blocs. Matériau siliceux et argileux, sans calcaire : surtout quartz, silice, feldspaths et argiles. Les galets de Cristallin, bien arrondis, peu abondants, sont souvent pourris. Stratification lenticulaire : masse de sable caillouteux peu argileux (« sable rouge ») ; lentilles d'argile ou de galets.

Dans l'ensemble, ces alluvions sont plus sableuses au Nord-Est (région de Cléry), plus argileuses au Sud-Ouest (région de Saint-Laurent-des-Eaux).

Une partie de ces alluvions provenant du remaniement de la formation de Sologne des versants, elles peuvent avoir son faciès et sa composition minéralogique.

Ces alluvions comprennent quelques blocs dispersés de silex de la craie et de poudingue éocène dont les dimensions (plusieurs décimètres à 1 mètre), quoique moindres qu'en amont jusqu'à Gien, ont exigé un transport par radeaux de glace.

On peut voir dans des excavations, à la partie supérieure de ces alluvions, des fentes en coin à remplissage sableux fin.

Ces alluvions forment une terrasse bien développée sur la rive gauche de la Loire, sur une largeur de 6 km, avec une épaisseur de quelques mètres (sur laquelle on dispose de peu de données) ; la terrasse est surtout couverte de forêts, prairies et landes, sauf au Nord-Est.

Sur la rive droite de la Loire, il en reste quelques témoins, de Saint-Ay à Meung et de Tavers à Mer et au-delà. Ces derniers restes de terrasse sont disposés au pied d'un coteau atténué représentant le versant contemporain du dépôt alluvial.

Tandis que les deux côtés de l'ancienne plaine alluviale sont à la même hauteur, son axe est déprimé d'une dizaine de mètres, et domine le Val de Loire de 10 mètres.

Le paléosol qui affecte la partie supérieure de ces alluvions, sous le limon wurmien et le sol moderne, varie en fonction de la nature et de l'épaisseur des alluvions. Dans la région de Villefallier, il comporte un horizon B épais de quelques mètres, dont la teinte est de type 5 à 7,5 YR, avec de la kaolinite en proportion de 3 à 6 dixièmes des argiles ; on note à la partie supérieure de cet horizon une certaine dégradation. Dans la région de Mareau-aux-Prés et Cléry-Saint-André, la proportion de kaolinite et la dégradation sont faibles. Dans la région de Lailly à Saint-Laurent-des-Eaux enfin, sur alluvions plus argileuses, les paléosols deviennent hydromorphes, la montmorillonite se substitue à la kaolinite (P. Horemans).

Cette terrasse est la première grande terrasse climatique froide au-dessus du Val. Elle est contemporaine d'un Acheuléen évolué dont de nombreuses pièces ont été découvertes dans la région d'Orléans et de Châteauneuf. C'est pour ces raisons qu'elle est rapportée hypothétiquement au Riss.

Lorsque les alluvions de cette terrasse reposent directement sur la formation calcaire de Beauce, ou n'en sont séparées que par une faible épaisseur de formation de Sologne, il arrive que des affouillements karstiques se traduisent en surface par des gouffres, dolines ou pertes. Les principaux ont été portés sur la carte.

F_{wN}. Sables alluviaux éolisés. Variante des alluvions F_w, caractérisée par l'abondance d'une phase sableuse assez bien calibrée et aux grains en grande partie éolisés.

Ces sables, assez abondants au bas du glaciaire d'Olivet sur la feuille La Ferté-Saint-Aubin, disparaissent à l'Ouest de Mareau-aux-Prés.

F_v. Alluvions anciennes de la terrasse de la Californie. Mindel probable. Leur composition pétrographique est semblable à celle des alluvions F_w ; de même, leur granulométrie et leur stratification lenticulaire. Cependant dans l'ensemble, elles sont

plus argileuses, ce qui les rapproche davantage encore du faciès de la formation de Sologne.

Dans la pratique, on les distingue de la formation de Sologne par la présence de galets dans les alluvions anciennes. La distinction est parfois difficile et nécessite des excavations profondes ; en effet, l'abondance de l'argile tient surtout à une évolution paléopédologique poussée et gagnant en profondeur, de sorte qu'il faut s'enfoncer de 3 m environ pour atteindre la roche saine.

Des lentilles de graviers et galets ne sont pas rares au Nord-Est de l'affleurement (l'Étoile), tandis que les argiles dominent au Sud-Ouest.

La puissance de ces alluvions est mal connue sur cette feuille ; elle doit être de quelques mètres.

Ces alluvions forment à la Californie (coin sud-est de la feuille) une terrasse à 113 mètres. De cette terrasse descend vers la terrasse de Châteauneuf (au Nord-Ouest) un glacis très doux, jusqu'à 105 m ; ce glacis comporte un placage mince et discontinu d'alluvions anciennes.

Le paléosol qui affecte ces alluvions sur plusieurs mètres de profondeur a les principales caractéristiques suivantes : teinte 2,5 à 5 YR ; proportion de kaolinite dans l'argile, 7 dixièmes ; panachage recoupant une forte dégradation siliceuse dans la partie supérieure du profil. Là où les matériaux sont plus argileux, la proportion des montmorillonites s'accroît (P. Horemans).

Dans le contexte régional, la terrasse de la Californie s'apparente à celle de Dampierre-en-Burly (feuilles Châtillon-Coligny et Châteauneuf-sur-Loire), qui est attribuée hypothétiquement au Mindel.

TERTIAIRE

m2. Helvétien. Sables calcaires à Huîtres. Le gisement le plus oriental des faluns du Blésois est situé à Morvilliers, fraction de la Chapelle-Saint-Martin (au Nord-Ouest de Mer). Les fouilles dans le Nord-Est de l'agglomération l'ont atteint sous le limon LP. C'est un sable siliceux et calcaire, grésifié en plaques par places. On y trouve en abondance *Crassostrea crassissima* Lmk., variété de petite taille. Il s'agit donc d'un dépôt marin littoral.

m1b. Burdigalien - Helvétien ? Formation de Sologne et de l'Orléanais.

m1bS. Formation de Sologne. Elle affleure dans l'angle sud-est de la feuille. Mélange en toutes proportions de sable et d'argile. Le sable est souvent grossier : « gros sel » ; outre le quartz, il peut comprendre une bonne part de grains de feldspath.

La stratification est lenticulaire, avec des laminations obliques, des traces de chenaux. Les lentilles d'argile sont fréquentes, les lits de sable pur plus rares.

La puissance connue de cette formation sur la feuille Beaugency atteint 33 mètres.

En surface, la formation de Sologne est altérée par un sol ancien généralement tronqué.

Elle affleure principalement dans un glacis très doux entre les terrasses de Châteauneuf et de la Californie ; des placages d'alluvions anciennes subsistent aussi sur ce glacis, situé dans un pays de forêts et d'étangs.

La formation de Sologne ne diffère lithologiquement de celle de l'Orléanais (m1bO) que par l'absence de marnes et calcaires ; le fond argilo-sableux est le même. Les deux constituent un ensemble Sologne—Orléanais détritique fluvio-lacustre, chargé de carbonate à la base et surtout en bordure du bassin d'épandage.

Cet ensemble est daté seulement par sa base, la formation de Sologne même n'ayant pas fourni de fossiles. On sait donc que la sédimentation détritique a commencé au Burdigalien ; il est vraisemblable qu'elle est poursuivie à l'Helvétien.

m1bO. Formation de l'Orléanais. En Beauce, il reste sur le calcaire, des placages discontinus de cette formation, faciès à la fois basal et latéral de l'ensemble détritique Sologne—Orléanais.

C'est une association étroite du sable, de l'argile et du calcaire. Le sable est quartzueux et chargé de feldspaths ; il varie de fin à grossier (« gros sel »). Ces sédiments peuvent être purs ou mêlés en toutes proportions, donnant des sables argileux, des marnes, des marnes sableuses, etc. La disposition est toujours lenticulaire ; la stratification comporte des laminations inclinées et des traces de chenaux. C'est un dépôt d'eau douce, fluvial et lacustre.

Une riche faune de Vertébrés a été découverte dans les sables de cette formation en bordure de la forêt d'Orléans et, pour notre feuille, à Beaugency, Tavers et Avaray. Le gîte fossilifère d'Avaray pose un problème : on n'y a pas retrouvé les sables miocènes, mais seulement des alluvions quaternaires, directement sur le Calcaire de Beauce (G. Denizot, 1927, p. 436).

Les espèces les plus caractéristiques sont : *Rhinoceros turonensis*, *R. brachypus*, *Anchitherium aurelianense*, *Listriodon lockharti*, *Amphicyon giganteus*, *Mastodon angustidens*, *Dinotherium cuvieri*. La faune date le Miocène moyen, Burdigalien, Helvétien ?

On trouve dans les argiles associées des Mollusques : *Dreissensia*, *Melania*, *Helix*, etc.

m_{1b}c. Mention particulière doit être faite de la présence de calcaire lacustre franc dans la formation de l'Orléanais. C'est le Calcaire de Montabuzard (à Ingré, sur la feuille Orléans). Des observations faites sur la feuille Beaugency dans des tranchées provisoires à Chaingy confirment la disposition décrite à Montabuzard (G. Denizot, 1927, p. 303) : du calcaire lacustre, faciès latéral de la formation de l'Orléanais, s'appuyant sur le Calcaire de Beauce raviné. Autrement dit, on peut avoir du Calcaire de l'Orléanais (Burdigalien) directement sur Calcaire de Beauce (Aquitanien). Nous ne connaissons pas de meulière dans les calcaires burdigaliens, mais ce n'est pas un critère lithologique suffisant pour les reconnaître. C'est dire que, sous la pellicule de Quaternaire, la distinction est imparfaite et les contours approximatifs.

On a trouvé à Montabuzard des Mollusques d'eau douce : *Ancylus*, *Melanopsis*... et terrestres : *Helix*, *Pupa*..., ainsi que des Vertébrés dont : *Anchitherium aurelianense*, *Mastodon angustidens*.

m_{1a}. **Aquitanien. Formation de Beauce.** Ce sont des calcaires lacustres avec des lentilles de marnes, d'argile, et des passées meulériées. De nombreuses carrières ont exploité le faciès de calcaire dur, de texture souvent bréchique ou pisolitique. Il existe aussi des faciès de calcaire tendre, de marnes et d'argile verte connus par sondages ou à l'affleurement.

L'emplacement des lentilles d'argile repérées est indiquée par la notation m_{1a}A.

La puissance de la formation de Beauce est maximale dans l'Est de la feuille, où elle dépasse un peu 80 mètres. Au Sud-Ouest, elle est de l'ordre de 20 à 30 mètres. Au Nord-Ouest, la formation a été érodée sur le pourtour de l'anticlinal de Marchenoir et on voit affleurer sa base, qui comporte sur quelques mètres d'épaisseur des calcaires et des argiles chargés de cailloux esquilleux de silex altéré à l'Éocène.

La formation de Beauce a été datée de l'Aquitanien à Selles-sur-Cher par des Vertébrés et ailleurs par des fossiles d'eau douce. Dans les carrières entre Beaugency et Josnes on a recueilli, selon G. Denizot : *Helix noueli*, *H. tristani*, *Limnaea pachygaster*, *Planorbis similis*, *P. declivis*, *Hydrobia ventrosa*.

Il n'est pas certain que la base des calcaires lacustres date de l'Aquitanien : ce type de sédimentation a commencé plus tôt dans le Nord de la Beauce : au Stampien supérieur et même au Lutétien. Il s'est aussi poursuivi au Burdigalien (m_{1b}c).

La formation de Beauce, essentiellement calcaire, est très karstique. Il en résulte notamment beaucoup de dépressions en surface : avens, gouffres ou « fontis », dolines ou « mardelles », pertes. A ces dépressions naturelles s'en ajoutent d'artificielles : le calcaire a été exploité souterrainement, autrefois, sous les agglomérations, et des tassements se sont produits.

Une autre conséquence de la dissolution karstique concerne la surface de séparation

entre la formation de Beauce et les alluvions ; cette surface est très irrégulière, accidentée de poches.

CR_{m1a}. On a distingué des affleurements de calcaire (m_{1a}) les aires où le calcaire est caché par une mince pellicule de dépôts et d'altération quaternaire (voir plus haut).

e. **Éocène.** L'Éocène est représenté par des terrains continentaux variés, résiduels ou détritiques, étroitement associés. Le terrain le plus fréquent provient de l'altération de la craie à silex et de l'argile à silex du Sénonien : l'altération a produit un mélange d'argile (kaolinite), pure ou sableuse, blanche ou rougeâtre, et de cailloux de silex blonds ou jaspés, plus ou moins émoussés. Il s'ajoute par endroits des poudingues siliceux très durs (« perrons ») et des graviers de silex roulés à patine noire. Les argiles renferment parfois en abondance des granules ferrugineux.

EA. A l'Est de la forêt de Marchenoir, de Briou à Poisly, l'Éocène est à dominance détritique et d'origine fluviale : sables feldspathiques souvent grossiers, roux ou violacés ; lentilles d'argile (kaolinite) grise ou panachée de jaune ; parfois niveaux de marnes blanches (Briou). La présence de blocs de « perrons » dans cette formation sablo-argileuse et sa subordination au Calcaire de Beauce permettent de la différencier du Miocène (m_{1b0}) qui comporte des terrains identiques.

En sondages, outre les terrains énumérés précédemment, on trouve à Saint-Laurent-des-Eaux des marnes et calcaires, des bancs conglomératiques de silex à ciment calcaire ou argileux ; ces terrains rappellent les Poudingues de Nemours.

La puissance de l'Éocène est très variable : de 0 à plus de 30 mètres.

L'âge de tous ces terrains est imprécis, faute de fossiles.

A noter, la difficulté de distinguer en sondages l'Éocène remaniant le Sénonien à silex, des argiles à silex réellement crétacées (C5-6A).

CRÉTACÉ

C5-6. **Sénonien.** La craie blanche renfermant des silex blonds à patine blanche n'affleure qu'en un endroit, au Nord-Ouest de Roche. On y a trouvé les Foraminifères suivants : *Globotruncana marginata* (Reuss), *Stensiöina*, Hétérohélicidés ; cette association caractérise le Santonien ou le Campanien.

Cette craie à silex affleure plus largement dans le vallon de Bourrichard, sur la feuille contiguë (Selommes) à quelque 2 km au Sud-Ouest de Roche.

Dans ces gisements, la craie est associée à de l'argile à silex.

C5-6A. Cette argile à silex est un mélange de gros silex branchus à patine blanche et d'une matrice argileuse blanchâtre ou verdâtre.

La puissance du Sénonien est de l'ordre de 100 mètres. L'argile à silex est toujours en position terminale, avec une épaisseur variant de 0 à 20 m, voire 30 m, avec cette remarque qu'en sondages il est difficile de distinguer les argiles à silex du Sénonien (C5-6A) et de l'Éocène.

REMARQUES STRATIGRAPHIQUES

Sur les formations superficielles. Très souvent la participation des divers agents météoriques responsables des formations superficielles varie dans le temps et dans l'espace, de sorte qu'on passe verticalement ou latéralement d'un type de formation à un autre. Par exemple, les limons de plateaux essentiellement éoliens LP sont généralement plus sableux et impurs à la base (influence du ruissellement). D'autre part, ces limons sont remplacés à la tête des vallons et au bas des versants par des

formations de ruissellement et solifluxion dominants : FC. En descendant un vallon, de véritables alluvions dues au seul ruissellement apparaissent et se développent dans le fond, se substituant à FC.

Il n'est pas possible de figurer sur une carte toutes ces gradations. On a schématisé en indiquant les types de formations dominants, à partir de l'endroit où leurs épaisseurs sont notables (de l'ordre du mètre).

Sur les analogies lithologiques. Les formations continentales qui constituent la quasi-totalité des terrains en affleurement sur cette feuille ont souvent entre elles des ressemblances étroites, parce qu'elles proviennent des mêmes sources ou se remanient l'une l'autre.

Ainsi l'Éocène (e) et la formation de Sologne—Orléanais (m_{1b}) comportent des sables feldspathiques grossiers, des argiles sableuses, des marnes, de mêmes natures, parce que de même provenance. Lorsque les teintes bariolées et les silicifications caractéristiques de l'Éocène font défaut, on peut confondre.

La craie à silex (c₄₋₆) ou l'argile à silex (c_{4-6A}) ont été reprises à l'Éocène pour donner des cailloutis de silex brisés et colorés, inclus dans une argile (e). L'un ou l'autre de ces terrains a été repris au Quaternaire en cailloutis argileux (RS) qu'il est souvent très difficile ou illusoire de distinguer de ceux de l'Éocène.

Le Calcaire de Montabuzard (m_{1bc}) présente plusieurs aspects de calcaire dur ou de calcaire marneux qui sont communs dans la formation de Beauce (m_{1a}). Il est possible que des affleurements du Calcaire de Montabuzard aient été confondus avec le Calcaire de Beauce et non identifiés.

Les alluvions quaternaires anciennes de la Loire comportent une part d'apports latéraux en provenance de la Sologne : mélange de sable feldspathique et d'argile. Ces terrains quaternaires et miocènes sont identiques si on n'y rencontre pas des galets de silex ligériens qui sont ici restreints au Quaternaire.

REMARQUES STRUCTURALES

Beaugency est situé sur le bord nord-ouest de la cuvette de la Ferté-Saint-Aubin, qui était affectée d'une légère subsidence au Miocène. En conséquence, les terrains tertiaires, sur cette feuille, s'abaissent très légèrement vers le Sud-Est. On peut estimer à 3 pour mille la pente de la surface entre les formations de Beauce et de Sologne.

Autre élément structural, l'anticlinal de Marchenoir. Visible à l'affleurement sur 45 km, depuis Droué (Loir-et-Cher), il s'ennoie au Nord-Ouest de Beaugency. Sa direction reste NW-SE. La déformation qui l'a produit est postérieure au Sénonien. L'Éocène étant un placage continental, on ne peut pas savoir, ici, s'il est déformé. L'Aquitarien lacustre a des inclinaisons périclinales de l'ordre de 0,3 %, atteignant localement 3 % (Vallière, Roches). Il est possible qu'il s'agisse des pentes naturelles du bord du lac de Beauce, dans lequel l'anticlinal de Marchenoir pouvait s'avancer en presque île. En tous cas l'anticlinal forme encore relief, s'élevant à une trentaine de mètres au-dessus du plateau de Beauce environnant.

RESSOURCES DU SOUS-SOL

HYDROGÉOLOGIE

Sur le territoire couvert par la feuille Beaugency, les réservoirs aquifères couramment sollicités se répartissent dans les formations ci-dessous :

- Alluvions du lit majeur de la Loire.
- Craie au voisinage de la structure de Marchenoir.

- Dépôts lacustres de Beauce.
- Sables des alluvions anciennes et des formations de Sologne et de l'Orléanais.

Alluvions du lit majeur de la Loire (F_z , F_y , F_x). Entre Meung-sur-Loire et Mareau, les eaux des alluvions sont captées par des forages instantanés (crépines à pointes) de 5 à 6 m de profondeur, utilisés pour l'irrigation maraîchère. De tels ouvrages sont susceptibles de fournir des débits de 15 à 20 m³/h sous faible rabattement (< 0,5 m) à l'aide de pompes de surface directement raccordées à l'orifice du tube crépiné. La couche aquifère productive circule dans les graviers de base du massif alluvial (« jards »).

Au Sud-Ouest de Meung, les exploitations agricoles du Val utilisent des forages plus profonds (≥ 20 m) qui captent les eaux dans la nappe de l'Aquitainien (m_{1a}).

Les eaux dans la craie (C5-6). La plupart des forages implantés dans la partie nord-ouest du territoire pénètrent dans la craie. Les cimentations de protection n'isolent pas toujours les formations aquifères supérieures.

Parmi les forages qui captent uniquement les eaux dans la craie, il est possible de citer :

- les forages communaux de Villerrmain, Cravant, Tavers, Mer, Autainville et Concriers ;
- les forages pour irrigation de Tavers (La Feularde) et de Roche (Grande Vove, Petite Vove).

Parmi les forages mixtes qui mettent en communication la nappe de l'Aquitainien et celle du Crétacé supérieur, on peut citer :

- les forages communaux de Josnes, de Baule, du Bardon et de Saint-Laurent-des-Eaux ;
- les captages pour irrigation de Villerrmain (Gond, Poisioux, le Coudray, Jouy) et de Suèvres (La Casaque).

Sur le plan des débits, les captages dans la craie donnent de bons résultats (débits spécifiques compris généralement entre 6 et 25 m³/h/m, pouvant atteindre 85 m³/h/m à Tavers).

Sur le plan de la qualité chimique, les eaux sont caractérisées par une dureté comprise entre 25 et 30°, une teneur en chlore des chlorures comprise entre 15 et 20 mg/l. Les teneurs en fer sont souvent excessives ($\geq 0,25$ mg/l) et on note parfois des dégagements d'H₂S (Villerrmain). Certains forages ont été réalisés dans le but d'absorber les eaux d'essuyage des sols hydromorphes, notamment à Cravant (La Villette, le Bas de la Noue et l'Aubépine). Ces ouvrages sont des points de pollution potentielle pour les ressources en eau de la région.

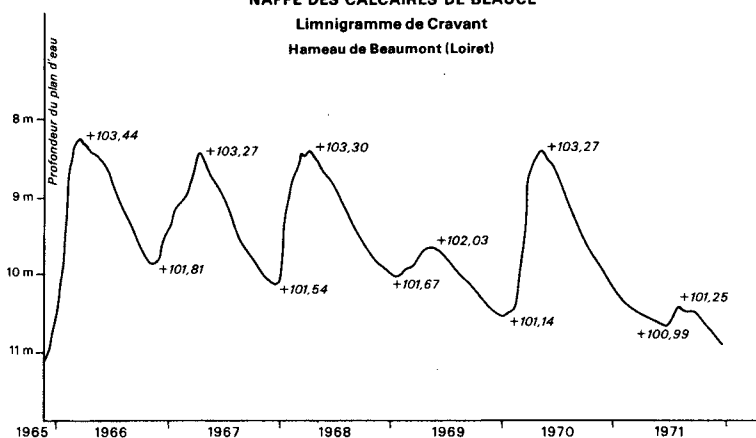
Les eaux dans les formations lacustres de Beauce (m_{1a}). Les formations lacustres renferment une nappe aquifère très sollicitée au Nord de la Loire, dans le Val et en bordure de la Sologne. Actuellement, on peut dénombrer une cinquantaine de forages destinés à l'irrigation, une dizaine de captages communaux et cinq forages industriels, en plus des puits domestiques, plus ou moins abandonnés depuis la mise en service de réseaux d'adduction.

Val de Loire. La nappe de Beauce est captive dans le Val et elle est localement jaillissante au sol, en bordure de Loire à Beaugency (Marchebault, Maison Neuve) et à Lailly-en-Val (Les Corbillères). Les captages artésiens rendent nécessaires des dispositifs techniques de mise en charge pour éviter l'inondation des terrains voisins (niveau d'équilibre à 3 ou 4 m au-dessus du sol). La captivité de la nappe est liée à la présence de couches de marne intercalées à l'intérieur du réservoir calcaire et cloisonnant celui-ci. Les débits artésiens sont supérieurs à 20 m³/h mais l'artésianisme peut être temporaire (Villefavreux à Dry) en fonction des variations pluriannuelles de l'alimentation de la nappe. Les débits, en pompage, sont compris entre 40 et 80 m³/h avec des rabattements très variables d'un point à un autre, en rapport avec les moyens techniques mis en œuvre lors de l'exécution des forages.

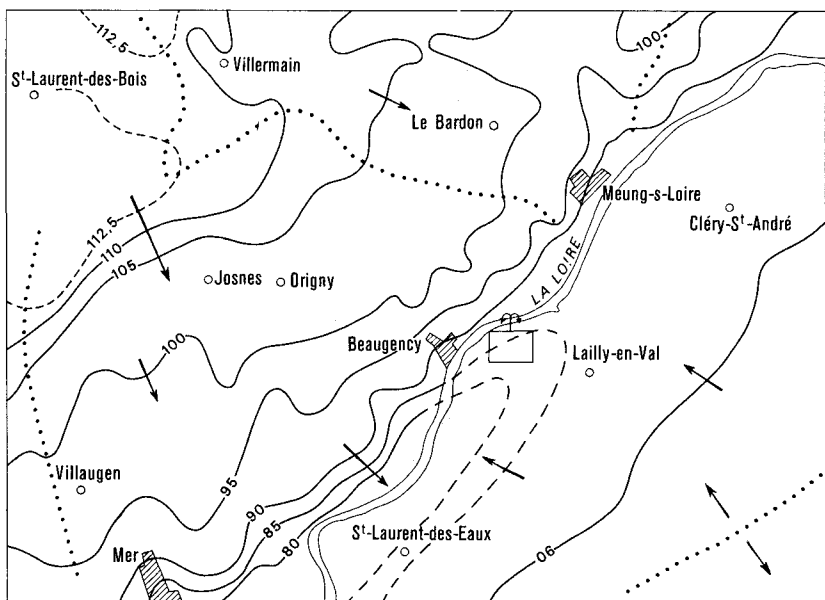
Sologne. La nappe de Beauce est également captive en Sologne et en bordure du coteau (Cléry-Saint-André, Dry, Saint-Laurent-des-Eaux).

NAPPE DES CALCAIRES DE BEAUCE

Limnigramme de Cravant
Hameau de Beaumont (Loiret)



Carte piézométrique de la nappe des Calcaires de Beauce (1969)



- 105 — — hydro-isohypse
- Limite de sous-bassin
- ← Direction d'écoulement
- ☐ Zone d'artésianisme connue

Elle peut être jaillissante dans les thalwegs des affluents de l'Ardoux (puits de Concyr à Dry). La surface piézométrique s'équilibre entre les cotes + 90 et + 92. Il y a peu de forages d'irrigation connus dans ce secteur. Leurs débits spécifiques sont compris entre 3 et 10 m³/h/m. La proximité de la vallée du Cosson, dans l'angle sud-est de la feuille, introduit des pertes de charge qui se traduisent par un abaissement progressif de la surface piézométrique d'équilibre, la nappe restant captive (artésianisme des forages dans le thalweg du Cosson sur la feuille Bracieux).

A la limite de la Sologne et du Val, quelques émergences sont connues au contact des alluvions à Cléry-Saint-André (Fontaine Garnier, Fontaine d'Azennes), à Lailly-en-Val (Fontaine du Rignon), à Dry (La Fontaine), etc. Les eaux captées contiennent fréquemment du fer en quantité suffisante pour justifier une déferrisation. On note des dégagements d'hydrogène sulfuré.

Beauce. Dans le bassin de la rive droite de la Loire, la surface piézométrique est fortement influencée par le niveau de base, par les affluents permanents (Mauve de Saint-Ay, Mauve de Détourbe) et par les ruisseaux temporaires (Beaugency, Mer et Tavers). Pour cette raison, le gradient hydraulique qui a une valeur de 0,3 % entre les hydroïsohypses + 110 (puits situés entre Cravant et Lorges) et + 105 (puits situés entre Cravant et Josnes) ou de 0,1 % entre les isohypses + 105 et + 100 (Villorceau) peut atteindre des valeurs supérieures à 2 % en bordure de la Loire de Beaugency à Baule, Meung et Saint-Ay.

En bordure du coteau, apparaissent de nombreuses émergences dont les plus connues sont la Fontaine Rabelais à Saint-Ay, la source des Eaux Bleues de Tavers. Ces émergences alimentent les ruisseaux en bordure du coteau : Rollin, Atrance, Lien, Pisse-Vache.

Le réservoir est cloisonné par des épisodes marneux ou argileux. De ce fait, les forages profonds mettent parfois en évidence des phénomènes de captivité pour les horizons aquifères de la base du réservoir. Ainsi à Meung-sur-Loire, le forage communal des Sablons (4-66) a rencontré une première nappe dont le niveau piézométrique s'équilibrait à 16 m de profondeur et une nappe captive, à partir de 50 m, dont le niveau s'équilibre à 7 m de profondeur. Mais cet exemple ne peut être généralisé : à Mer, un captage pour irrigation à la ferme des Cent-Planches a montré sous le premier horizon aquifère qui affleure dans les carrières voisines, un ensemble marneux non productif jusqu'au substratum.

Cependant, en règle générale, les forages fournissent des débits importants avec des valeurs de débits spécifiques comprises entre 30 et 70 m³/h/m.

Les forages absorbants ont été exécutés à Cravant (La Louise, la Garenne, le Poirier de Meung, la vallée Jean le Bar) à Baule (Faverolles) à Huisseau-sur-Mauve (Préau) pour l'assainissement des sols hydromorphes.

Sur le plan de la chimie, les eaux des formations lacustres sont dures (25 à 30° F). Les teneurs en fer sont faibles, inférieures aux limites admises pour la potabilité des eaux (sauf au Bardon). Au niveau des captages communaux, dans la partie captive de la nappe, les dosages ne révèlent que des traces de nitrates (Meung, Beaugency).

Les fluctuations pluriannuelles de la nappe sont enregistrées depuis 1965 à Cravant (Beaumont). Le diagramme fait apparaître des variations de l'ordre de 1,7 m entre les hautes eaux (en mars-avril) et les basses eaux (novembre-janvier) lorsque la nappe est réalimentée (années 1966 à 1968). Les étiages les plus soutenus ont été enregistrés en novembre 1965 (cote + 100,5). Les plus hautes eaux ont été notées en mars 1966 (cote + 103,44).

Les eaux dans les formations de la Sologne et de l'Orléanais (M16S, M16O). En Sologne, les points d'observation sur les réservoirs aquifères du Burdigalien (puits anciens) sont en nombre limité. Les captages de Lailly-en-Val (La Brémaille) et de Jouy-le-Potier (l'Étoile) sont caractérisés par des débits spécifiques faibles, de 1 à 2 m³/h/m.

Les assises sableuses qui ravinent le Calcaire de Beauce et qui sont à rattacher aux formations de l'Orléanais peuvent renfermer, soit des eaux temporaires qui rejoignent

la nappe de Beauce par l'intermédiaire des ouvertures du karst, soit des eaux pérennes lorsque le ravinement du substratum dépasse la surface piézométrique. L'extension de ces formations est trop réduite pour que les eaux qu'elles contiennent aient une importance économique.

Les réservoirs anté-sénoniens. Aucun forage n'a atteint jusqu'à présent les formations aquifères anté-sénoniennes. Il existe donc, sous le territoire considéré, des réserves vierges d'eau douce dans le réservoir du Cénomaniens-Albien, voire dans les calcaires du Jurassique supérieur.

SUBSTANCES MINÉRALES

On exploite actuellement les alluvions de la Loire pour leurs sables et graviers siliceux. L'utilisation s'étend des alluvions du Val (F_x , F_y , F_z) aux alluvions anciennes des terrasses (F_v et F_w). Toutes ces alluvions ont une granulométrie hétérogène et peuvent comporter des lentilles de galets ou au contraire d'argile, avec une disposition imprévisible en surface.

Les alluvions du Val ne sont pas inépuisables : la masse profonde a été apportée au Würm et n'est pas renouvelée.

Les alluvions des terrasses sont dans l'ensemble beaucoup plus argileuses que celles du Val, et ce de plus en plus à mesure qu'elles sont plus anciennes, et en outre sur cette feuille, à mesure qu'on va vers le Sud-Ouest.

Les formations de Sologne et de l'Orléanais (m_{1b}) peuvent fournir des matériaux de trois sortes :

- 1 - des sables siliceux, généralement feldspathiques ;
- 2 - des argiles plus ou moins sableuses, propres à la fabrication des tuiles et briques. Cette industrie a eu un grand développement en Sologne, à cause de l'absence des pierres de construction. Mais la disposition lenticulaire des masses argileuses est un handicap pour une exploitation ;
- 3 - de la marne pour amendement, dans la formation de l'Orléanais. Cette pratique étant abandonnée, les marnières sont délaissées.

La formation de Beauce (m_{1a}) a, elle aussi, été utilisée pour l'amendement ; elle est souvent, en surface, à l'état ameubli, riche en calcaire pulvérulent ($C_{m_{1a}}$).

Mais c'est surtout pour la pierre de construction que les Calcaires de Beauce sont utilisés. D'innombrables carrières ont fourni les moellons et les pierres d'appareil pour les constructions du voisinage. Sur les bords du Val de Loire, les carrières étaient souvent souterraines ; elles ont produit des effondrements qu'il est parfois difficile de distinguer des dolines naturelles.

Actuellement les exploitations sont concentrées et orientées vers les granulats concassés pour bétons, empièvements et enrobés.

L'Éocène (θ) ayant pour partie une composition semblable à la formation de Sologne-Orléanais, peut être utilisé aux mêmes fins. De fait on y a longtemps exploité des argiles pour tuiles et briques, en bordure de la forêt de Marchenoir. Il contient des sables siliceux (« Sable de mine ») et des marnes. La disposition lenticulaire et imprévisible de ces terrains constitue le même handicap pour la prospection qu'en Sologne et Orléanais.

Les granules ferrugineux qu'on rencontre dans l'Éocène ont fait l'objet d'une exploitation artisanale dans l'Antiquité et au Moyen-Age.

Les cailloutis de silex qu'on trouve au Nord-Ouest de la feuille, soit dans le Sénonien ($C4-6$), soit dans l'Éocène (θ), mais le plus souvent remaniés au Quaternaire (RS) sont susceptibles d'une utilisation comme granulats.

DOCUMENTS CONSULTÉS

Carte géologique de la France à 1/80 000, feuille Beaugency.

Bibliographie sommaire

- CHAMPION M., MAILLARD Ph. et CARIO P. (1971) - Les alluvions de la Loire dans la région Centre. Inventaire de la production et des gisements. *Bull. liaison labo. routiers P. & Ch.*, n° 56, réf. 1131, p. 47-67.
- DENIZOT G. (1927) - Les formations continentales de la Région orléanaise. *Ann. Fac. sc. Marseille*, 11e s., t. III, 582 p., 34 fig., 12 pl.
- DESPREZ N. (1971) - Structure de la base des dépôts lacustres sous la Beauce et la Sologne. *Bull. B.R.G.M.*, sect. 1, n° 3, p. 89-94.
- DESPREZ N. (1972) - Hydrogéologie des formations lacustres en Beauce et en Sologne. Labo. régional P. & Ch. Blois, 8 p., 2 fig.
- DUPUIS M. et NOUEL A. (1967) - Présence du Moustérien en Beauce. *Bull. Assoc. natur. orléanais*, n° 37, p. 2.
- FAUPIN E. (1909) - Géologie du Loir-et-Cher. Blois, Imp. Centrale.
- GIGOUT M. (1971) - Esquisse géologique de la Région Centre. 2ème édition. *Ann. Centre nat. docum. pédago. Orléans*, 38 p., 15 fig.
- GIGOUT M. (1973) - L'altération périglaciaire du calcaire de Beauce. *Bull. Liaison labo. P. et Ch., spécial* ∪. Journées du calcaire de Beauce, p. 54-59, 19 fig.
- GIGOUT M., HOREMANS P. et RASPLUS L. (1972) - Sur la géologie des environs d'Orléans. *Bull. B.R.G.M.*, 2ème sér., n° 1, p. 1-28, 17 fig.
- GINSBURG L. (1963) - Histoire paléontologique du Bassin de la Loire au Miocène. *Bull. Assoc. natur. orléanais*, Nelle sér., n° XXI, p. 3-13.
- GRAS J. (1963) - Le bassin de Paris méridional. Étude morphologique. Thèse Fac. Lettres, Paris, 494 p., 118 fig.
- HÉRITIER F. et VILLEMEN J. (1971) - Mise en évidence de la tectonique profonde du Bassin de Paris par l'exploration pétrolière. *Bull. B.R.G.M.*, sect. 1, n° 3, p. 11-50.
- HOREMANS P. (1960) - Réseaux de fentes en coin périglaciaires d'âge wurmien visibles sur photographie aérienne dans l'Orléanais. *C.R. Ac. Sc.*, t. 250, n° 20, p. 3356-3358.
- HOREMANS P. (1967) - Une superposition de limons et de paléosols quaternaires à Mer (Loir-et-Cher). *Bull. inf. géol. Bass. Paris*, n° 13, p. 193-203.
- LECOINTRE G., MARIE P. et SOYER R. (1950) - Extension du Stampien au Sud d'Orléans. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 11-12.
- LORAIN J.M. (1971) - Esquisse géologique et géotechnique de la Région Centre. *Bull. Liaison labo. P. & Ch.*, 55, réf. 1088, 11 p., 20 fig.

- LORAIN J.-M. (1973) - La géologie du calcaire de Beauce. *Bull. Liaison labo. P. et Ch., spécial 1*, p. 14-53, 43 fig., 4 pl.
- MACAIRE J.J. (1972) - Sur le limon de la Beauce au Nord-Ouest d'Orléans (Loiret). *C.R. Ac. Sc.*, t. 279, p. 1892-1895.
- MAVIEL D. (1966) - Un tumulus beauceron. *Bull. Ass. natur. orléanais*, n° 34, p. 2.
- NOUEL A. (1964) - Sur les traces de nos Ancêtres Préhistoriques. A la recherche des civilisations disparues (Beauce, Sologne, Val de Loire, Gâtinais). Orléans.
- QUATREHOMME F. (1969) - La station préhistorique moustérienne des Hauts-de-Lutz à Beaugency. *Bull. Ass. natur. orléanais*, n° 46, p. 3.
- SAPIN S. (1967) - Principaux résultats géologiques des travaux d'exploration réalisés par la Société nationale des pétroles d'Aquitaine dans le Sud-Ouest du bassin de Paris. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), IX, p. 327-354.
- VATAN A. (1947) - La sédimentation continentale tertiaire dans le Bassin de Paris méridional. Éd. Toulouse. ingén., 215 p., 30 fig., 7 pl.
- WEBER C. (1971) - Le socle antépermien sous la bordure sud du Bassin de Paris d'après les données géophysiques. *Bull. B.R.G.M.*, sect. 1, n° 3, p. 177-189.

Documents géologiques inédits concernant les forages et conservés au B.R.G.M., ou communiqués par les Services de l'E.D.F., du Génie Rural, de l'Équipement, de l'OREALM et de la SCAO.

Notice rédigée par M. GIGOUT
(sauf le paragraphe Hydrogéologie par N. DESPREZ)