

**CARTE
GÉOLOGIQUE
DE LA FRANCE
À 1/50 000**

LA LOUPE

par

G. MOGUEDET

MINISTÈRE DE LA RECHERCHE
ET 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
LA LOUPE À 1/50 000**

par

G. MOGUEDET

**avec la collaboration de
Y. MARCHAND, V. MASSON, H. PAPIN
S. VAUTHIER, F. CHARNET, B. LEMOINE**

2000

**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* : MOGUEDET G., MARCHAND Y., MASSON V., PAPIN H., VAUTHIER S. (2000) – Carte géol. France (1/50 000), Feuille **La Loupe** (253). Orléans : BRGM. Notice explicative par Moguedet G, Marchand Y., Masson V., Papin H., Vauthier S., Charnet F., Lemoine B. (2000), 102 p.

– *pour la notice* : MOGUEDET G., MARCHAND Y., MASSON V., PAPIN H., VAUTHIER S., CHARNET F., LE MOINE B. (2000) – Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille **La Loupe** (253). Orléans : BRGM, 102 p. Carte géologique par Moguedet G, Marchand Y., Masson V., Papin H., Vauthier S. (2000).

ISBN : 2-7159-1253-6

SOMMAIRE

	Pages
RÉSUMÉ	5
ABSTRACT	7
INTRODUCTION	9
<i>SITUATION ADMINISTRATIVE</i>	9
<i>ENVIRONNEMENT PHYSIQUE ET HUMAIN</i>	10
<i>CADRE GÉNÉRAL - PRÉSENTATION DE LA CARTE</i>	12
<i>TRAVAUX ANTÉRIEURS - CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE</i>	13
DESCRIPTION DES TERRAINS	15
<i>TERRAINS NON AFFLEURANTS</i>	15
<i>TERRAINS AFFLEURANTS</i>	17
Formations secondaires	17
Formations tertiaires	31
Formations superficielles tertiaires et quaternaires	31
CONDITIONS DE FORMATION DES GRANDES ENTITÉS GÉOLOGIQUES	43
ÉVOLUTION TECTONIQUE	46
SYNTHÈSE GÉODYNAMIQUE RÉGIONALE ET GÉODYNAMIQUE RÉCENTE	48
GÉOLOGIE DE L'ENVIRONNEMENT	53
<i>OCCUPATION DU SOL</i>	53
Les sols	53
Végétation	57
Histoire forestière	58
<i>RESSOURCES EN EAU</i>	61
Cycle hydrogéologique	61
Aquifères	62
Alimentation en eau potable	65
<i>RISQUES NATURELS</i>	69
<i>SUBSTANCES UTILES, CARRIÈRES</i>	71
<i>ÉLÉMENTS DE GÉOTECHNIQUE</i>	80

DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE	81
<i>PRÉHISTOIRE, HISTOIRE ET ARCHÉOLOGIE</i>	81
<i>ARCHÉOLOGIE INDUSTRIELLE</i>	83
<i>SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRE</i>	86
<i>GLOSSAIRE</i>	86
<i>DOCUMENTS CONSULTABLES</i>	87
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	87
REMERCIEMENTS	96
AUTEURS	97
ANNEXE	
<i>ANNEXE 1 - OUVRAGES DE PRODUCTION D'EAU DES DÉPARTEMENTS DE L'ORNE ET DE L'EURE-ET-LOIR</i>	99

LISTE DES FIGURES

Fig. 1 - Coupe géologique synthétique de la série méso-cénozoïque de la région de La Loupe	16
Fig. 2 - Stages successifs de la sédimentation cénomaniennne au voisinage du Perche (Juignet, 1974)	18-19
Fig. 3 - Organisation sédimentaire du Cénomanienn moyen-supérieur dans le Sud-Ouest du bassin de Paris (Juignet, 1974)	24
Fig. 4 - Coupe lithostratigraphique du Cénomanienn supérieur. Carrière de la Coopérative agricole de Longny-au-Perche (Juignet, 1974)	26
Fig. 5 - Coupe lithostratigraphique du passage Cénomanienn-Turonien. Carrière du talus du champ de foire à Longny-au-Perche (Juignet, 1974)	30
Fig. 6 - Modèle d'évolution du karst de la craie (Rodet, 1986)	66
Fig. 7 - Carte piézométrique de la nappe des Sables du Perche	68

LISTE DES TABLEAUX

Tabl. 1 - Biostratigraphie des formations crétaées de la feuille La Loupe (Juignet, 1974)	22
---	-----------

RÉSUMÉ

La carte géologique à 1/50 000 « La Loupe », est en grande partie incluse dans la région historique du Perche. Bien qu'ignorée administrativement, cette région présente pourtant une unité certaine, tant au niveau du climat que des paysages. Il en va de même pour l'influence du substrat géologique qui a joué un rôle déterminant sur l'histoire régionale et sur les comportements sociaux.

Le substratum géologique y est constitué par les dépôts sédimentaires méso-cénozoïques de la bordure occidentale du bassin de Paris. C'est au-delà vers l'Ouest et le Sud-Ouest, à une cinquantaine de kilomètres, sur les feuilles d'Alençon (Dassibat et *al.*, 1982) et de Fresnay-sur-Sarthe (Juignet et *al.*, 1983), qu'apparaissent les premiers témoins du socle armoricain. Du point de vue géologique, c'est donc une zone de transition entre le bassin de Paris et le Massif armoricain, mais aussi entre la Beauce et le Bocage normand. Cette transition s'inscrit aussi bien au niveau du climat que de la végétation ou des paysages, et où alternent collines boisées et vallons profonds. Vers l'Est cependant, les grandes plaines céréalières des environs de La Loupe annoncent déjà la Beauce.

La série sédimentaire, essentiellement crétacée, est fortement affectée par des failles de socle dont les directions sont bien connues ailleurs dans le Massif armoricain et qui se sont répercutées dans la couverture. Ce sont par exemple des failles de direction N120 ou N130, comme la faille de l'Eure ou celle de Senonches, qui ont joué en décrochements dextres, ou encore les nombreuses failles N40 qui affectent le horst de la forêt de Senonches, et qui sont décalées par la faille de Senonches. Certains accidents comme ceux qui encadrent le graben de Longny, n'apparaissent pas dans la morphologie, mais semblent avoir des formes courbes : ils correspondent en réalité à des accidents disposés en relais.

Ces divers accidents limitent des compartiments dont le principal occupe la partie centrale de la feuille et où la série pend légèrement vers le Sud-Est. À l'Ouest, dans le graben de Longny, de la craie turonienne et des sédiments et altérites tertiaires en partie silicifiés, ont pu être préservés. Au Nord de la faille de l'Eure, les terrains sont soulevés et constituent le horst de la forêt de Senonches, et sont légèrement basculés vers le Nord-Est. Plus au Nord encore, au-delà de la faille de Senonches, le bassin d'effondrement de Boussard-La Framboisière a lui aussi préservé une épaisseur de craie turonienne non altérée.

Les dépôts transgressifs crétacés sont discordants sur le Jurassique, dont seul un témoin sableux apparaît à l'extrême Sud-Ouest de la feuille. Ces dépôts débutent par un niveau de galets auquel succèdent des sables verts

glaucieux datés de l'Albien. La mer de la craie s'installe ensuite progressivement dans la région. Au Cénomaniens inférieur cette craie est glauconieuse. Galets, glauconie et craie glauconieuse n'apparaissent, comme le Jurassique, que dans l'angle sud-ouest de la feuille.

Au Cénomaniens moyen, la craie, dite Craie de Rouen, devient plus franchement carbonatée. Elle affleure abondamment dans les vallées de l'Huisne et de ses affluents. Par la suite, au Cénomaniens supérieur, des matériaux apparemment exclusivement détritiques, les Sables du Perche, envahissent la région. Ils correspondent en réalité à une craie très détritique complètement décarbonatée. Ils disparaissent totalement au Nord de la faille de Senonches, dans le compartiment effondré où cette craie détritique du Cénomaniens supérieur a été préservée. La sédimentation franchement crayeuse réapparaît par la suite au Turonien et se poursuit au Sénonien qui n'a pas été reconnu directement sur le territoire de la feuille.

La région de La Loupe vient à l'émersion à la fin du Crétacé et est alors soumise à l'altération continentale. La craie turonienne et la craie sénonienne (hormis dans les compartiments effondrés comme dans le bassin de Longny, sur le plateau basculé de Saint-Jean-des-Murgers et dans le compartiment effondré au Nord de Senonches), est progressivement altérée. Elle donne naissance à une formation argileuse riche en silex, dénommée « Résidu à silex », et qui couronne et arme les collines et les plateaux de l'Est et du Nord-Est de la feuille, là où sont établis les grands massifs forestiers.

D'autres phénomènes continentaux ont eu lieu au Tertiaire, vraisemblablement à l'Éocène. Des silicifications de type silcrètes ont affecté les dépôts superficiels et les sols. Il en subsiste quelques témoins sur la feuille. Ces témoins résiduels pourraient être des Sables du Thimerais associés à leur ancien substratum de résidu à silex. Par la suite un immense lac, dans lequel se sont déposées des boues carbonatées, a envahi la région. Le calcaire lacustre qui en a résulté a été préservé dans le graben de Longny. Il a été en partie silicifié.

Au Plio-Quaternaire, les alternances climatiques vont sculpter la morphologie actuelle. Les cours d'eau, souvent guidés par la tectonique, incisant profondément les plateaux pour donner naissance aux multiples vallées fraîches et riantes qui caractérisent le Perche. Pendant les épisodes froids, la gélifluxion va engendrer d'importants transits de matériaux sur les versants, notamment dans les vallées de l'Eure, de l'Huisne et de ses affluents : la Jambée et la Corbionne. Au cours des maxima glaciaires, des poussières éoliennes prélevées aux dépens des altérites, se déposent à la surface des plateaux soumis à des conditions périglaciaires. Elles ont donné naissance à un recouvrement limoneux souvent mince, qui constitue des oasis cultivées au milieu de la forêt percheronne. Ce recouvrement devient plus

important sur le plateau de Saint-Jean-des-Murgers qui, avec ses grandes étendues vouées aux cultures céréalières, a déjà les allures d'une petite Beauce.

Au Plio-Quaternaire la région est également affectée par une surrection lente et générale qui va accentuer l'enfoncement progressif des cours d'eau et favoriser la karstification des craies cénomaniennes. Elle a sans doute également contribué à alimenter les dépôts de versants.

Les craies cénomaniennes ou turoniennes ont été exploitées comme pierre à bâtir, mais aussi pour la production de « marne » destinée à amender les terres lourdes argileuses, abondantes à la surface du Cénomaniens crayeux altéré. Cette marne, surtout turonienne, a également servi à fabriquer de la chaux. C'est une véritable industrie qui s'est ainsi installée à Boussard au Nord de Senonches, et qui a produit, jusqu'au milieu de ce siècle, de la chaux dont la qualité était très réputée.

Dans un passé encore récent, le Perche a également constitué une grande province métallurgique dont témoignent encore les anciens établissements qui jalonnent notamment la vallée de la Jambée et de la Corbionne. Forges et fonderies étaient alors alimentées par du fer provenant de grisons : conglomérats quaternaires de silex indurés par des oxydes de fer et formés au contact du résidu à silex et des limons. Ces conglomérats ont également été utilisés comme pierre à bâtir, dans la plupart des édifices anciens, en particulier religieux, auxquels ils donnent un cachet très original.

ABSTRACT

The geologic map (scale 1/50 000) of La Loupe mainly covers the historical region of Perche. Although lacking a corresponding administrative unit, this region is in fact a characteristic entity which derives its historical and social distinctiveness from its geological make-up.

The map shows the outermost Mesocenozoic sedimentary aureoles at the western edge of the Paris Basin. Further westward and south-westward, on the adjacent maps of Alençon and Fresnay-sur-Sarthe, the first signs of the Armorican Basement become apparent. Geologically speaking, Perche is a transition zone between the Paris Basin and the Armorican Highlands as well as between the plain of Beauce and the bocage of Normandy. This transitional nature can be observed in the climate, the flora as well as in the characteristic landscape of wooded hills alternating with deep valleys. However, the plain of Beauce can be foreseen in the vast plains of cereals westward of La Loupe.

The mainly Cretaceous sedimentary series are deeply marked by faults in the bedrock, which tilts, well known elsewhere in the Armorican Highlands, affect the overlying mantle. For example, the faults of Eure or Senonches inclining N120 and N130 or the various N40 faults affecting the horst of the Senonches forest. Some faults, like the ones of the Longny graben, morphologically undetectable, seem to be shaped in curves. They actually correspond to various consecutive cross-checked faults which were eventually more or less bended by deep moves of the bedrock.

Those faults have broken up into shaping compartments, the main one being in the central part of the map where the series is slightly hanging south-eastward. Eastward, in the Longny graben, Turonian chalk and partly silicified tertiary sediments could be preserved. Northward the fault of Eure, the uplifted landscape constitutes the horst of the Senonches forest, slightly tilting north-eastward. Further north, in the northern part of the fault of Senonches, the sink-hole Basin of Boussard-La Framboisière also kept an unaltered layer of Turonian chalk.

The Cretaceous transgressive deposits are discordant with the Jurassic which is only witnessed by the sands noticeable at the south-west corner of the map. These sediments begin with a layer of pebbles followed by Albian green glauconitic sands. From that point, the chalkproducing sea then gradually settles in over the region. During the lower Cenomanian, that chalk is glauconitic. Like the Jurassic, the pebbles, Glauconia and glauconitic chalk is to be seen only at the south-western corner of the map.

During the Middle Cenomanian period, the chalk, known as "Rouen chalk", becomes distinctly more carbonated. It abundantly outcrops in the valley of Huisne and its affluents. During the Upper Cenomanian period, detrital material, the Perche sands, enter the region. Those sands were issued from a very detrital chalk which became totally decarbonated later on. They totally disappear northward of the fault of Senonches, where the Cenomanian chalk is preserved. The Cenomanian deposits are followed by a renewed chalk sedimentation in the Turonian period and in the Senonian period - not clearly visible on the map.

The region of La Loupe emerges at the end of the Cretaceous period and is subsequently subjected to continental forces of transformation. Apart from the sink-hole Basin of Longny, the plateau of Saint-Jean des Murgers and the sink-hole compartment north of Senonches witness a gradual conversion of their Turonian and Cenonian chinks into flint clay. This flint residue caps and reinforces the hills and plateaus today covered by large forests in the east and north-east of the map. During the Tertiary period, other continental phenomenons occurred, presumably during the Eocene times. Silcrete-type silicifications affected superficial deposits and soils, a

few signs of them being still visible on the map. Later on, a huge lake, in which carbonated muds deposited, covered the region. The lake-limestone resulting from it has been preserved in the Longny graben.

During the Plio-Quaternary, alternating climatic periods will carve out the modern lay of land; the waterways, often guided by the tectonic transformations, will deeply carve the plateaus into multiple pleasant and green valleys characterizing the Perche region. Periglacial solifluction in cold periods will cause important shifting of materials on valley walls, namely the valleys of Eure, Huisne and its affluents, the Jambée and the Corbionne. The most severe periods of glaciation will see wind-borne dust from the English Channel deposited on the plateaus, producing a thin layer of silt that accounts for the oases of farmland in the forests of Perche. This layer is even more important on the plateau of Saint-Jean-des-Murgers widely devoted to extensive cereal farming, much alike the Beauce region.

During the Plio-Quaternary, the region will undergo a slow and widespread uplift which will cause waterways gradually to cut deeper valleys, while favouring the karstification of Cenomanian chalk deposits. It is likely that this uplift also increased the deposits on the sides.

Both Cenomanian and Turonian chalks have been widely used not only as building stones but also as a source of marl to enrich heavy clay soils which are common at the surface of the altered Cenomanian chalk formation. The marl, mainly the Turonian one, has also been used in the production of lime. A real industrial lime production developed at Boussard, north of Senonches, up to the midst of this century and its quality was well-known.

Still recently, Perche was a major iron-smelting region as evidenced by the abandoned works along the Jambée and Corbionne valleys. Forges and smelting-works were fed by iron taken from “grisons”, quaternary conglomerates of flint hardened with iron oxide and formed in the cross-contact area of flint residue and silt. Those conglomerates have also been used as building stones for most of the old constructions, particularly the religious ones to which they give a distinctive and original character.

INTRODUCTION

SITUATION ADMINISTRATIVE

La feuille de La Loupe est située, pour sa partie occidentale, dans le département de l'Orne en région Basse-Normandie et pour sa partie orientale dans le département de l'Eure-et-Loir qui est rattaché à la région Centre.

ENVIRONNEMENT PHYSIQUE ET HUMAIN

Une grande partie de la carte de La Loupe correspond à la région historique du Perche, et seul le quart nord-est de la feuille (environs de Senonches) fait normalement partie du Thimerais. La limite entre ces deux territoires historiques et naturels reste cependant assez floue et il n'est pas rare que la région de Senonches–La Ferté-Vidame soit incluse dans un « grand Perche » ; la limite du Perche étant alors repoussée jusqu'à l'Avre.

Le Perche dépasse le cadre de la feuille de La Loupe. Il s'étend vers le Nord-Ouest, l'Ouest, le Sud-Ouest et le Sud et recouvre les feuilles L'Aigle, Mortagne-au-Perche, Mamers, Nogent-le-Rotrou et Authon-du-Perche. C'est une ancienne province ignorée d'un point de vue administratif, puisqu'elle est partagée entre quatre départements (l'Orne et l'Eure-et-Loir principalement, mais aussi la Sarthe et le Loir-et-Cher) et trois régions (la Basse-Normandie, le Centre et les Pays de Loire). À l'Ouest d'une diagonale Moulicent–Bretoncelles, le Perche géographique constitue cependant une entité caractéristique, avec ses collines et plateaux boisés entaillés par de profonds vallons. Ces paysages typiques du Perche central doivent beaucoup à la nature du substratum géologique, et en particulier aux Sables du Perche de teintes ocre-rouge, ainsi qu'au Résidu à silex qui les surmontent. Ces plateaux très humides ont favorisé l'implantation de la grande forêt qui subsiste à l'Ouest et au Nord (forêt de Longny, forêt de La Ferté-Vidame et forêt domaniale de Senonches), alors que dans son angle sud-est, la feuille empiète sur la forêt domaniale de Montécot. Les forêts domaniales sont d'anciennes forêts royales qui constituaient des domaines de chasse, quadrillées par des allées que l'on peut encore emprunter, alors que les autres espaces forestiers et les nombreux bois qui parsèment la feuille ont été conservés dans le domaine privé.

En raison de son imperméabilité, le Résidu à silex a donné naissance à des écoulements superficiels appelés « gouttiers ». L'aménagement de digues a permis de créer des plans d'eau de tailles diverses qui sont aussi très caractéristiques du Perche et dont les plus importants sont les étangs du Bouillon, du Chevreuil, ou des Personnes en forêt de Longny, ainsi que ceux de Tardais ou de la Benette-en-forêt de Senonches. Ces étangs sont des zones humides écologiquement très riches et qui forment de véritables châteaux d'eau à la surface des plateaux. Ils constituent les sources de nombreux cours d'eau qui, à la faveur du bombement général de la région, ont profondément incisé les plateaux sableux. Certains, qui deviennent importants vers l'aval comme l'Eure, prennent leur source sur la feuille La Loupe. D'autres, comme l'Huisne, naissent à proximité. La Jambée, qui arrose Longny, et la Corbionne qui arrose Bretoncelles, font partie de ce bassin versant.

Vers l'Est de la feuille apparaît un plateau limoneux fertile, caractérisé par des paysages agricoles qui annoncent déjà la Beauce. On est ici dans une zone de transition, « dans une Beauce qui serait un peu moins blonde et dans un Perche qui serait un peu moins vert » (Alexandre, 1996).

Le climat du Perche est un climat de type tempéré atlantique, marqué par l'influence des flux d'air maritime venus de l'Ouest. L'altitude et les reliefs sur lesquels sont implantés les grands massifs forestiers de La Trappe, La Ferté-Vidame, Senonches et Réno-Valdieu, créent cependant des écrans topographiques qui déterminent une continentalité relative des plaines situées en arrière des reliefs.

C'est ainsi que, si les précipitations sont relativement élevées sur les reliefs et les hautes zones forestières, où elles dépassent 800 mm/an et peuvent atteindre à certains endroits 1 000 mm/an, elles diminuent en direction de La Loupe et au-delà vers la Beauce, où elles n'atteignent plus que 600 mm. La distribution des isohyètes d'hiver traduit en outre l'existence d'un effet de foëne très net, engendré par les zones de relief.

Le climat percheron est également caractérisé par une certaine fraîcheur. Les hivers sont longs et le printemps apparaît toujours avec une quinzaine de jours de retard sur la région de Dreux ou au pays chartrain. L'isotherme 10° C, qui correspond à la température moyenne annuelle, passe par La Ferté-Vidame et Senonches. En été les températures restent modérées, mais la continentalité relative fait que les jours de chaleur sont deux à trois fois plus nombreux que sur le littoral.

Le paysage percheron est un paysage rural français caractéristique, avec ses grandes forêts, ses collines boisées, ses prairies, ses étangs et ses ruisseaux. On y rencontre de temps en temps une ferme, appelée bordage, un manoir, ou un village avec son église en grison. Oublié par la révolution industrielle et peu enclin à s'ouvrir aux modes de communication modernes, le Perche s'est lentement isolé et la plupart des grandes voies de communication l'ont contourné. Le Perche constitue ainsi un angle mort, écartelé entre les attractions parisiennes, normandes et mancelles. Celles-ci ont engendré un effet centrifuge qui a plutôt généré un vide. La déprise agricole et la désertification rurale qui en ont résulté ont été compensées à une époque récente par l'arrivée des Parisiens, et parfois des Anglais, qui ont sauvé de la ruine de nombreux bâtiments, bordages ou anciennes demeures seigneuriales, qui ont été transformés en résidences secondaires.

Pas plus qu'ailleurs dans le Perche, il n'existe de grandes villes dans le secteur couvert par la carte, et les agglomérations les plus importantes, La Loupe et Senonches, ont entre 3 000 et 4 000 habitants.

L'activité industrielle est peu développée et quasi-inexistante à l'Ouest, alors que quelques sociétés se sont établies autour de La Loupe et de Senonches. Dans la forêt de La Ferté-Vidame est installé le Centre d'essai automobile Citroën-PSA.

Vers l'Est, l'influence parisienne se fait déjà sentir, mais vers l'Ouest de la feuille, le relatif isolement de la région et sa faible industrialisation ont eu des effets particulièrement néfastes sur le développement économique. En revanche, les paysages ruraux et une certaine unité paysagère sont préservés, ceci malgré les dégradations subies par la mise en place des réformes agricoles successives. Ainsi, le Perche reste un coin de France caractéristique, qui mérite que l'on s'y intéresse.

CADRE GÉNÉRAL. PRÉSENTATION DE LA CARTE

La feuille de La Loupe est située sur la bordure occidentale du bassin de Paris, le socle armoricain affleurant plus à l'Ouest, à moins de 50 km de là, sur les feuilles Alençon et Fresnay-sur-Sarthe. Le sous-sol est essentiellement formé d'assises secondaires d'âge crétacé, crayeuses et sableuses, intensément affectées par des failles de socle qui se sont répercutées dans la couverture.

La craie cénomaniennne est détritique et glauconieuse à la base, plus carbonatée au sommet, et elle est profondément altérée en surface. Elle a été intensément exploitée et affleure largement dans les vallées où elle est souvent recouverte au bas des pentes, par des colluvions. Elle est surmontée par les Sables du Perche, formation caractéristique de la région, qui affleurent sur les versants. Ces sables forment le soubassement des plateaux armés par le Résidu à silex que recouvrent les grands massifs forestiers. Ils disparaissent totalement au Nord de la faille de Senonches.

La craie turonienne a été exploitée en marnières à Longny, sous le plateau des Menus-Saint-Jean-des-Murgers, où elle est recouverte par des limons fertiles qui annoncent déjà la Beauce, et également au Nord de la faille de Senonches, où l'exploitation était devenue industrielle au début du siècle.

Dans toutes les vallées, les variations climatiques du Plio-Quaternaire et les réajustements néotectoniques, ont favorisé la formation d'importants dépôts de versant qui masquent la plupart du temps les terrains sous-jacents. Ces dépôts sont particulièrement importants sur les versants exposés au Sud-Est et à l'Est aux pentes plus douces, alors que les versants ouest, formant des petites cuestas liés au léger plongement des couches vers l'Est, sont plus raides. Durant les périodes froides des limons éoliens ont recouvert des surfaces importantes, comme sur le plateau de Saint-Jean-des-Murgers.

L'eau est partout présente, que ce soit au niveau des multiples cours d'eau et en particulier des ruisseaux aux eaux vives qui s'écoulent au fond des vallées profondément incisées, ou que ce soit au niveau des nombreux étangs qui parsèment les plateaux recouverts par le résidu à silex. Les collines sableuses du Perche constituent un immense château d'eau qui alimente toute la partie occidentale du bassin de Paris.

Deux cours d'eau importants drainent la région et traversent le territoire de la feuille. C'est d'une part l'Eure dans la partie nord-est, et d'autre part l'Huisne, avec ses affluents la Jambée et la Corbionne, dans le secteur sud-ouest. Dans le quart nord-est de la feuille, les ruisseaux, exutoires des étangs des forêts de Senonches et de La Ferté-Vidame, s'écoulent vers le Nord pour rejoindre l'Avre. Tous ces cours d'eau suivent les directions tectoniques majeures.

Le horst de Senonches et son prolongement nord-ouest, forme la ligne de partage des eaux entre celles qui rejoignent la Manche (Orne, Risle, Avre, Iton) et de celles qui se dirigent vers la Loire (Sarthe et Huisne). L'Eure, fait exception en s'écoulant au Sud du horst (guide tectonique) pour rejoindre la Seine et donc la Manche.

La carte culmine sur le horst, avec 286 m au Chêne d'Auvilliers (forêt de La Ferté-Vidame ; commune de la Lande-sur-Eure), et l'altitude la plus basse, 122 m, correspond au passage de l'Huisne sur la feuille voisine de Nogent-le-Rotrou.

TRAVAUX ANTÉRIEURS - CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE

Même si c'est à Guillier (1882) que l'on doit la première carte géologique à 1/80 000 de Mortagne, c'est à Bizet, ingénieur de travaux, que l'on doit l'étude géologique détaillée de la partie orientale de l'Orne. À la faveur de la construction de lignes de chemins de fer et de chantiers routiers, il a levé de remarquables coupes publiées dans les Annales de la Société géologique de Normandie : ligne de chemin de fer de Mamers à Mortagne (Bizet, 1883), lignes de chemin de fer de Mortagne à Menil-Mauger et de Mortagne à L'Aigle (Bizet, 1885a), route nationale 12 : Verneuil-Alençon (Bizet, 1884). L'analyse précise des formations rencontrées et les corrélations entre les différentes coupes levées, lui ont permis d'avoir une vue synthétique de la structure géologique régionale (Bizet, 1885b et 1886).

Ce sont essentiellement les géologues de l'Université de Caen qui vont ensuite approfondir les études régionales et proposeront les révisions de la carte à 1/80 000 de Mortagne en 1942 (Bigot et *al.*) puis en 1967 (Pareyn

et *al.*). Il faut également signaler les nombreux travaux de L. Dangeard, qui a beaucoup publié sur le Perche entre 1930 et 1960 (*cf.* réf. bibliog.), quelles que soient les formations et les périodes géologiques considérées. À partir des années soixante le Crétacé a été étudié par P. Juignet, (Juignet, 1974 ; Juignet et Louail, 1986 ; Juignet et Mary, 1987), alors que M. Rioult (*cf.* bibliographie) et ses élèves, et notamment O. Dugué (1987 et 1989), se consacraient au Jurassique. Les travaux des géologues caennais font référence dans le domaine et ont bien entendu constitué une base bibliographique importante utilisée lors du lever de la feuille La Loupe.

Les autres documents essentiels sont les cartes géologiques environnantes déjà parues : Chartres (1971) levée par Ménillet et *al.* ; Illiers-Combray (1983) par Gigot et *al.* ; Fresnay-sur-Sarthe (1983) par Juignet et *al.* ; Mamers (1986) par Juignet et *al.* ; Nogent-Le-Rotrou (1989) par Isambert et *al.* ; Courville-sur-Eure (1990) par Gigot ; Dreux (1994), par Ménillet et *al.* ; Verneuil-sur-Avre (1995) par Lebret et *al.* ; L'Aigle (1997) par Ménillet et *al.* ; et enfin Mortagne-au-Perche (1998) par Moguedet et *al.*, sans oublier la carte à 1/80 000 de Mortagne, 3^e édition (1967), de Pareyn et *al.*, et celle de Chartres, publiée par Dollfuss en 1905 (2^e édition) et rééditée en 1938 (3^e édition), qui couvre une petite partie du 1/50 000 vers l'Est. Les autres cartes levées dans les secteurs proches de Basse-Normandie ont également servi de référence.

Beaucoup de travaux ont été réalisés sur les formations tertiaires et les formations superficielles dans la région normande au sens large (Cavelier et Kuntz, 1974 ; Thiry, Cavelier et Trauth, 1976 ; Thiry et Trauth, 1976 ; Tourenq et *al.*, 1991) et ont été nécessaires pour interpréter les observations locales.

Les formations superficielles ont fait l'objet d'études spécifiques par C. Monciardini (1987-1988 et 1993), B. Laignel (1993 et 1997) et F. Quesnel (1993 et 1997), Quesnel et *al.* (1996) qui se sont intéressés au résidu à silex ; mais elles ont été aussi particulièrement bien étudiées sur la feuille Nogent-le-Rotrou (Isambert et Coutelle, 1989), où plus de 3 000 sondages pédologiques ont été réalisés.

Le Perche, qui a été le siège de rejeux tectoniques récents, a fait l'objet d'analyses tectoniques et géomorphologiques par Onfray (1939), A. Cholley (1940), G. Denizot (1940), Desprez et *al.* (1980), Y. Dewolf (1977, 1982), Dewolf et Kuntz (1980), Deffontaines et *al.* (1994).

Des études pédologiques ont été effectuées dans la région, notamment à l'occasion de levés de cartes, par Isambert (1980 et 1984).

Des études détaillées sur les tourbières ont été effectuées par Ould Mohamed et Isambert (1996) et par Perera (1997).

Enfin l'étude du karst de la craie, anciennement par Onfray (1948), puis plus récemment par J. Rodet (1982, 1991, 1993 et 1996), ainsi que les observations réalisées en sa compagnie, y compris en ce qui concerne les techniques d'extraction dans les cavités artificielles, ont permis de mieux appréhender ces problèmes particuliers.

Les travaux sur l'industrie du fer dans le Perche qu'ils soient anciens (Leroux, 1910) ou plus récents (Dornic, 1963 et 1984) ont également été précieux, comme ceux sur l'exploitation de la marne (Chaillou *et al.*, 1984 ; Alexandre, 1996).

Enfin de nombreuses études de géologie appliquée ont été réalisées dans la région. Elles ont fait l'objet de rapports concernant, par exemple, la recherche d'eaux souterraines pour le compte du Conseil général de l'Orne. De nombreux rapports d'hydrogéologues agréés ont été effectués par G. Alcaydé et autrefois par G. Denizot dans le département de l'Eure-et-Loir, alors que de multiples sondages à vocation géotechnique, réalisés notamment par la Société SOPENA de Chartres, ont permis d'affiner les levés.

Les levés proprement dits ont été réalisés en 1995, 1996 et 1997 par G. Moguedet, aidé par une équipe d'étudiants de l'Université d'Angers. Celle-ci, composée de Yohann Marchand, de Vincent Masson, de Hermann Papin et de Sébastien Vauthier, a participé aux levés d'affleurements durant l'été 1995.

DESCRIPTION DES TERRAINS

TERRAINS NON AFFLEURANTS

Aucun sondage à grande profondeur n'a été réalisé sur la feuille La Loupe. Sur celle de Courville-sur-Eure (n° 254), située à l'Est, un sondage pétrolier : Marville 1, implanté dans le quart nord-est de la feuille, a rencontré le socle paléozoïque vers 1 000 m de profondeur. Au-dessus du socle schisteux il y avait 21 m de Trias, 782 m de Jurassique (allant du Lias au Portlandien), 171 m de Crétacé (allant de l'Albien au Turonien) et 24 m d'argiles à silex.

À l'Ouest, sur la feuille voisine de Mortagne-au-Perche (n° 252), un sondage a été réalisé au Mêles-sur-Sarthe (en limite de la feuille Alençon), et a rencontré le socle paléozoïque (sans doute l'Ordovicien), à 153 m de profondeur. On sait également que ce socle paléozoïque se prolonge vers l'Est dans la partie nord de cette feuille, alors que le granite d'Alençon constitue le soubassement de la partie sud. Ce granite se prolongerait jusque sous la région de La Loupe. Au Nord en revanche, c'est le Paléozoïque que l'on rencontrerait

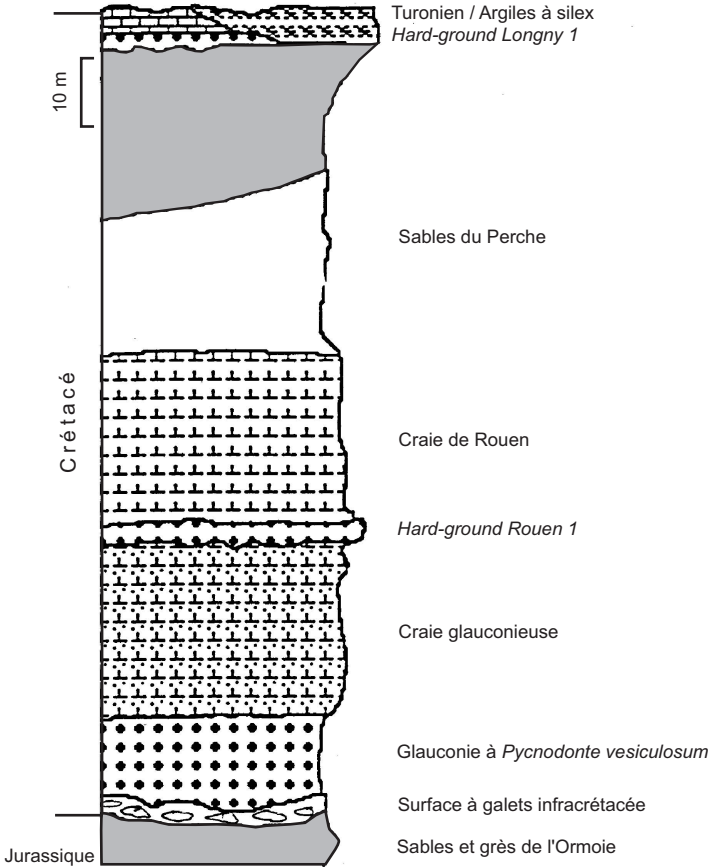


Fig. 1 - Coupe géologique synthétique de la série méso-cénozoïque de la région de la Loue

entre 400 et 700 m de profondeur. Le sondage le plus profond, le sondage 4.1 au Fossé-Rouge (Nord de Senonches), a rencontré le Jurassique vers 103 m au-dessous de formations essentiellement crayeuses. Au Nord de la faille de Senonches, les Sables du Perche (ancienne craie très détritique entièrement décarbonatée), disparaissent totalement pour laisser la place à la craie du Cénomanién supérieur, préservée de l'altération dans le bassin d'effondrement.

TERRAINS AFFLEURANTS

Formations secondaires (fig. 1)

Jurassique supérieur

j5. Sables et grès de l'Ormoie (Oxfordien supérieur et/ou Kimméridgien inférieur ?) (12 m). Dans l'angle sud-ouest de la feuille, il n'existe qu'un tout petit affleurement de ces sables, qui constituent dans la région, le sommet de la série jurassique. On les rencontre à l'Ouest de la ferme de La Houssaye, au niveau du talus qui borde la route.

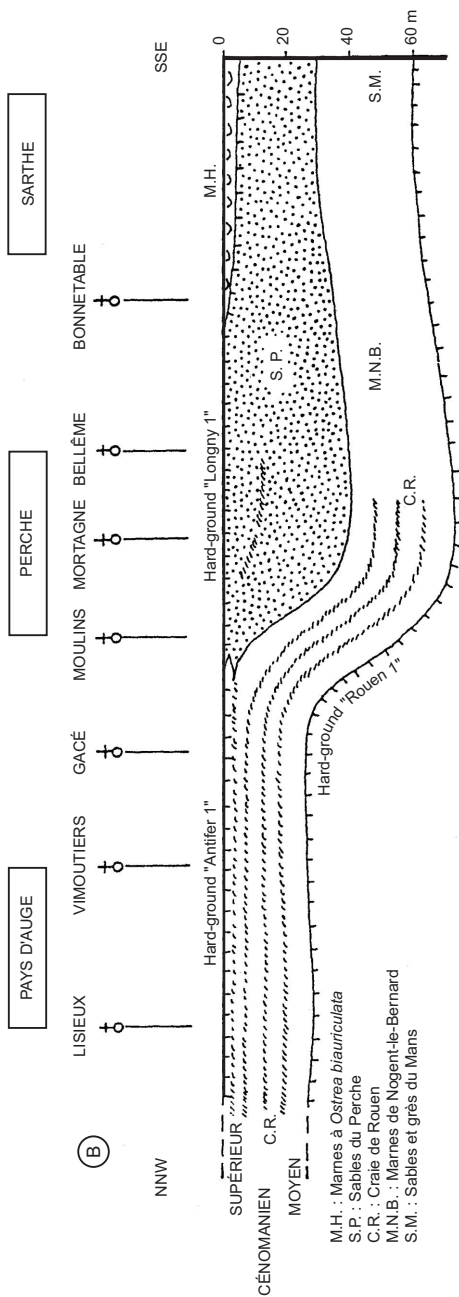
Selon Juignet et Lebert (1986), la formation est constituée, à la base, par des grès fins calcaires et noduleux, de couleur crème, et qui renferment de nombreuses empreintes de bivalves de type Trigoniidae. Ils ont environ 3 m d'épaisseur et sont associés à des sables fins siliceux et des calcaires blanc crème renfermant des décharges de sables grossiers et de graviers.

Sur 2 m environ, ils sont surmontés par des sables fins ocre pouvant renfermer des grès à stratification oblique et dont la partie supérieure est ferruginisée au voisinage de la surface d'érosion anté-crétacée. Seuls ces sables avec leurs ferruginisations associées, sont observables au niveau de l'affleurement.

Selon Juignet et Lebert (1986), l'épaisseur maximale de la formation ne dépasserait pas 12 m. En l'absence de faune caractéristique, son âge reste relativement indéterminé. La mise en place peut avoir eu lieu à l'Oxfordien supérieur, mais peut-être au Kimméridgien inférieur. L'abondance d'empreintes de Trigoniidae, laisse supposer que le dépôt des Sables et grès de l'Ormoie, date principalement de l'Oxfordien supérieur (Riout, comm. orale).

La surface infra-crétacée

La surface infra-crétacée n'est pas visible sur la feuille La Loupe, mais on peut en rencontrer de fréquents témoignages sur la feuille voisine de



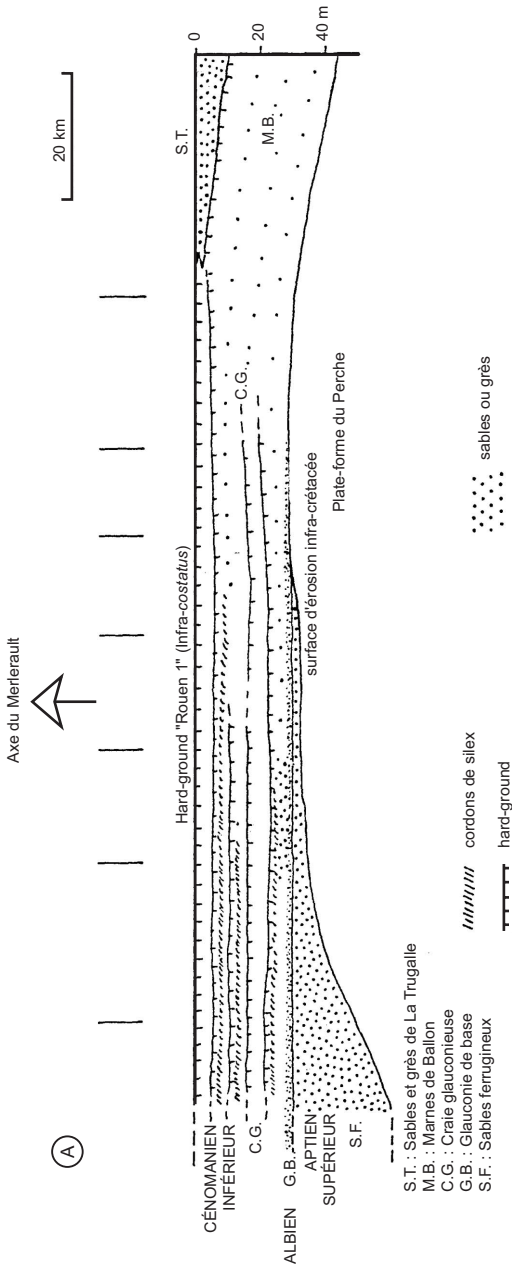


Fig. 2 - Stades successifs de la sédimentation cénonomanienne au voisinage du Perche (les repères synchrones supérieurs sont supposés horizontaux) (Juignet, 1974)

Mortagne-au-Perche. Cette surface qui recoupe des formations jurassiques d'âges variés, est affectée par des altérations supergènes responsables de la décalcification et de la silicification de certains horizons calcaires et en particulier du calcaire corallien ; en d'autres lieux, cette surface est marquée par des ferruginisations.

Crétacé (fig. 2)

Graviers et galets résiduels de la base de la transgression crétacée. Sur la feuille voisine de Mortagne-au-Perche, des graviers et galets de nature variée jalonnent la surface d'érosion infra-crétacée. Ils peuvent être constitués de quartz, de quartzite ou de grès paléozoïque, et parfois de calcaire jurassique. Les éléments siliceux, d'origine assez lointaine, sont toujours très arrondis. Selon P. Juignet (1974) leur façonnement et leur épandage semblent s'être réalisés par voie fluviatile avant la transgression, alors que Menillet et *al.* (1994) pensent qu'ils sont marins, ce qui paraît plus vraisemblable. Ces éléments, visibles au bord de route, à l'Ouest de la ferme de la Houssaye, surmontent les Sables et grès de l'Ormoie et sont plus ou moins mélangés à la Glauconie à pycnodontes.

n6. **Glauconie à *Pycnodonte vesiculosum* (Albien supérieur) (5 à 25 m).** Ce sable glauconieux vert foncé ou Glauconie à *Pycnodonte* (*Phygraea*) *vesiculosum* (= *Ostrea vesiculosa*) constitue la base de la transgression crétacée dans le Perche. Sur la feuille voisine de Mortagne-au-Perche, elle repose en discordance cartographique sur les diverses formations jurassiques sous-jacentes. Ici, elle repose sur les Sables et grès de l'Ormoie et mesure une dizaine de mètres d'épaisseur. Ces sables glauconieux, gorgés d'eau, constituent souvent un horizon « sourceux » très connu dans la région.

La Glauconie à *Pycnodonte vesiculosum* du Perche ornaise est l'équivalent de la Glauconie dite « de base » du Pays d'Auge (Juignet, 1974). Comme elle, elle est souvent bioturbée par des thalassinoïdes, chondrites et *Spongolium* *annulatum*. Elle est malheureusement quasiment azoïque.

Sur la feuille La Ferté-Bernard, une faune d'ammonites et une microfaune de foraminifères de l'Albien supérieur y ont cependant été découvertes. Dans cette région la « Glauconie » recouvre deux zones d'ammonites : la zone à *Mortoniceras inflatum*, sous-zone à *Callihoplites auritus*, et la zone à *Stoliczkaia dispar*. Les auteurs estiment cependant que la partie supérieure de la formation appartient certainement au Cénomanién inférieur. Cinq exemplaires d'ammonites phosphatées (en fait remaniées), récoltés par A. Lebert dans la Glauconie du département de la Sarthe ou conservés à la Faculté des Sciences du Mans, ont été étudiés par Juignet et *al.* (1983). Ces auteurs les rapportent aux mêmes zones d'ammonites de l'Albien supérieur et à eux seuls. Ils estiment en effet que la limite entre la Glauconie et la Craie

glaucونية (tout au moins dans la région type du Cénomanién), est confondue avec la transition Albién–Cénomanién. En référence à ces derniers travaux nous attribuerons donc un âge Albién supérieur à la Glauconie.

Notons que Bizet, dès 1885, avait individualisé Craie glaucونية et Glauconie avec son niveau de base à galets et qu'il avait déjà donné à cette dernière un âge Albién.

C'est donc à l'Albién supérieur que la transgression crétacée se généralise sur la bordure normande du Massif armoricain, l'axe du Merlerault–Senonches ayant jusqu'alors protégé le Perche des invasions marines de l'Aptien et de l'Albién inférieur.

c1G. Craie glaucونية (Cénomanién inférieur) (25 m). La craie glaucونية affleure également dans l'angle sud-ouest de la feuille. Il n'y a pas de discontinuité marquée entre la Craie glaucونية et la Glauconie à *Pycnodonte vesiculosum* qu'elle surmonte, la teneur en glaucونية diminuant progressivement alors que la teneur en carbonate augmente.

P. Juignet (1974) a reconnu quatre séquences principales, notées A, B, C, D, dans la Craie glaucونية (tabl. 1). Elles sont séparées par des hard-grounds appelés Coulimer 1, Coulimer 2 et Mesnière, et définis sur la feuille voisine de Mortagne-au-Perche (n° 252). Ce sont des surfaces d'arrêt de sédimentation auxquelles est associé un réseau de terriers peu profonds, pénétrant au maximum de 30 cm dans le sédiment sous-jacent. Chaque séquence est caractérisée par un motif séquentiel dans lequel se succèdent glauconite – marne glaucونية plus ou moins silteuse et bancs de calcaires glauconiques – gaize. Dans les trois premières séquences la gaize est silteuse tandis que dans la dernière elle est plus ou moins calcaire et parfois accompagnée de cherts.

Les niveaux de gaize résultent d'une silicification diffuse matérialisée par une trame d'opale uniforme.

Chaque base de séquence est constituée de glauconite argileuse bioturbée à faune abondante. On constate enfin une tendance générale à la diminution de la fraction détritique quartzéuse vers le haut de la formation.

La séquence A correspondrait à peu près à la Zone à carcitanense, les séquences B et C à la Zone à saxbii, et la séquence D à la Zone à dixoni. À la base de la craie (séquence A), la faune est assez abondante et comprend des céphalopodes et notamment *Mantelliceras mantelli*, *M. couloni*, *Hyphoplites falcatus*, *Schlohenbachia varians*, des bivalves (*Protocardia hillana*, *Trigonia aleaformis*, etc.), des gastropodes, des spongiaires (*Guettardia*, *Jerea*, *Siphonia*), des bryozoaires et des serpulidés. Dans la

			Sédimentologie
TURONIEN INFERIEUR	Zone à <i>Mammites nodosoides</i>	Craie marneuse à <i>Inoceranus labiatus</i>	
CENOMANIEN SUPERIEUR	Zone à <i>Calycoceras naviculare</i>	Sables du Perche	Séquence H
	Zone à <i>Acanthoeceras jukesbrowni</i>	Craie de Rouen	Séquence G
	Zone à <i>Turrilites actutus</i>		Séquence F
CENOMANIEN MOYEN	Zone à <i>Turrilites costatus</i>		Séquence E
	Zone à <i>Mantelliceras dixoni</i>	Craie glauconieuse	Séquence D
	Zone à <i>Mantelliceras saxbii</i>		Séquence C
CENOMANIEN INFERIEUR	Zone à <i>Hypoturrilites carcitanaensis</i>		Séquence B
	Zone à <i>Moruitoceras inflatum</i>	Glauconie à <i>Pycnodonte vesiculosum</i>	Séquence A

Tabl. 1 - Biostratigraphie des formations crétaées de la feuille La Loupe (d'après Juignet, 1974)

partie médiane (séquences B et C) les céphalopodes sont nombreux et parmi eux *Manticelleras cantianum*, *M. saxbii*, *M. mantelli*, *M. picteti*, *M. costatum*, *Hyphoplites arausionensis*, *H. costosus*. Ils sont accompagnés de bivalves (*Exogyra*, *Cardia*, *Arca*, *Inoceramus*), de gastropodes, brachiopodes, échinidés (*Polydiadema*) et de spongiaires. Dans la partie supérieure on peut enfin récolter des céphalopodes tels que *Acampsoceras essendiense*, *Hyphoplites curvatus*.

La Craie glauconieuse se termine par le hard-ground : Rouen 1, d'extension régionale. C'est une surface perforée, localement érodée, et qui est associée à un réseau de terriers pouvant pénétrer à plus d'un mètre dans le sédiment plus ou moins meuble sous-jacent. Il détermine la limite Cénomanién inférieur – Cénomanién moyen.

c1R. Craie de Rouen (Cénomanién moyen) (25 à 30 m). La Craie de Rouen (fig. 2 et 3) affleure très largement dans les vallées, dans le tiers sud-est de la feuille, mais aussi à l'amont de la vallée de l'Eure vers Marchainville. Elle est cependant recouverte, la plupart du temps, sur les bas de versants par des colluvions de Sable du Perche, de silex, d'altérites argileuses plus ou moins mélangées à des dépôts alluviaux.

Même si de nombreuses ébauches de hard-grounds peuvent se développer localement au sein de la Craie de Rouen, deux hard-grounds principaux : Rouen 2 et Rouen 3, ont été reconnus (Juignet, 1974). Trois séquences majeures : E, F et G (tabl. 1) ont ainsi été individualisées, mais seule la faune qui leur est associée permet de les distinguer. Chacune des séquences débute par un niveau de glauconite souvent fossilifère.

À la base (séquence E), on peut recueillir de nombreux céphalopodes dont *Acanthoceras rhotomagense*, var. *subflexuosum*, var. *confusum*, var. *sussexienne*, *Acompsoceras renevieri*, *Schlohenbachia coupei*, *Stomohamites simplex*, *Scaphites obliquus*, ainsi que des bivalves : *Exogyra obliquata*, *Neithea quinquecostata*, *Trigonia* sp. La séquence médiane (F), à sa partie basale, est riche en céphalopodes dont *Acanthoceras rhotomagense* var. *clavatum*, *Turrilites acutus*, *Scaphites aequalis*, qu'accompagnent des gastropodes (*Avellana cassis*), des bivalves (*Linotrigonia spinosa*, *Lopha carinata*, *Pecten robinaldinus*, *Pycnodonte vesicularis*), ainsi que des échinides tels que *Holaster subglobosus*. Vers le haut enfin, on rencontre *Calycoceras gentoni* puis *Acanthoceras jukesbrownei* et *Calycoceras cenomanense*.

La Craie de Rouen est une craie blanche, tendre, peu cohérente, qui peut être légèrement siliceuse et qui présente parfois des nodules cherteux. Les silex, de couleur gris bleuté ou noir, y sont rares. Il en existe quelques cordons isolés au sein des séquences moyenne et supérieure. Le faciès de

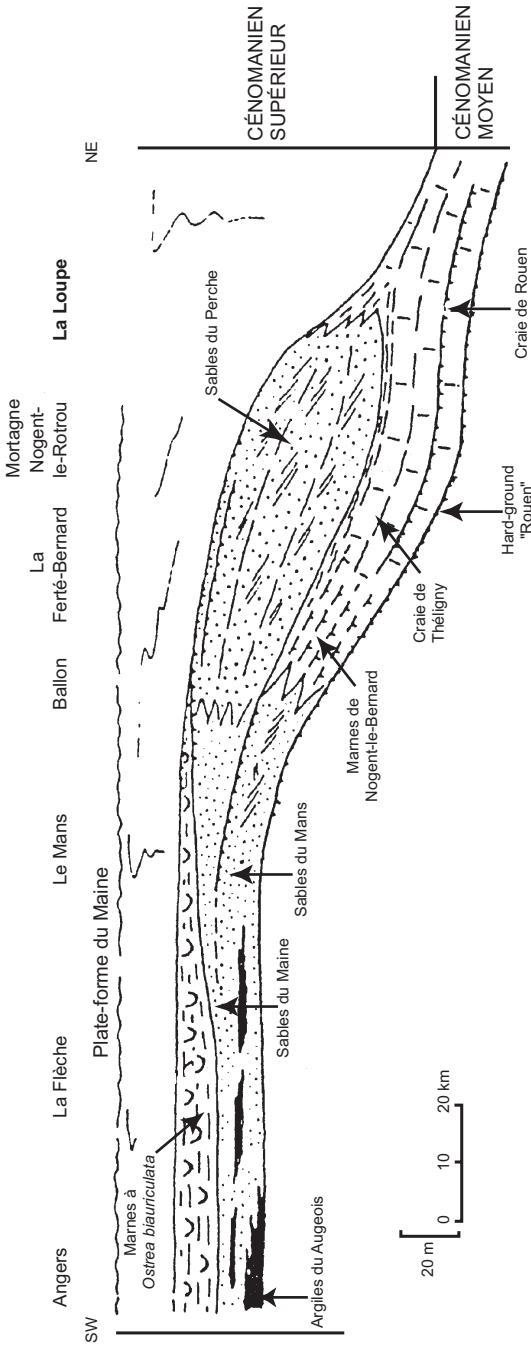


Fig. 3 - Organisation sédimentaire du Cénomanien moyen et supérieur dans le Sud-Ouest du Bassin de Paris (Juignet, 1974)

gaize s'étend également à plusieurs niveaux de la formation dont la teneur en carbonates varie en conséquence de 10 à 80 %.

La Craie de Rouen est plus marneuse et plus micacée à sa partie supérieure et se termine par un banc de grès calcaire d'1 à 2 m d'épaisseur qui forme la transition avec les Sables du Perche. Elle coïncide assez bien avec le Cénomaniens moyen.

c1P. Sables du Perche (Cénomaniens supérieur) (40 à 50 m). C'est la formation la plus caractéristique du Perche (fig. 2 et 3). Elle affleure sur des pentes généralement fortes, dans les profondes vallées qui entaillent les plateaux d'argiles à silex, le long de la Jambée et de la Corbionne et de leurs affluents. Ces sables apparaissent également sur le versant de la cuesta dominant au Nord la vallée de l'Eure. Plus au Nord encore, on les rencontre à l'amont des petits cours d'eau du bassin de l'Avre qui prennent naissance sur le plateau d'argiles à silex, légèrement basculé vers le Nord-Est et sur lequel sont implantées les forêts de la Ferté-Vidame et de Senonches. Au-delà de la faille de Senonches, vers le Nord, les Sables du Perche disparaissent totalement. La craie détritique dont ils sont issus par dissolution, a été ici préservée de l'altération dans un compartiment tectoniquement affaissé. Ils affleurent enfin sur une grande épaisseur à l'Est de la faille de la Loupe, dans la région de Saint-Éliphe.

Ces sables sont ou ont été exploités dans de très nombreuses sablières de taille variable. Sur le territoire couvert par la feuille, les plus importantes encore en activité et où l'on peut voir de très belles coupes sont, la carrière de la Heslière à Longny-au-Perche, celle de Bizou et celle de Fossard à Marchainville. Il existe aussi une carrière plus modeste, la carrière de Belle-Vue à la Madeleine-Bouvet et d'anciennes carrières plus ou moins envahies par la végétation et parfois à moitié comblées par des déchets. C'est le cas à La Sablonnière à Senonches, à Fontaine-Aubert à l'Est de Belhomert-Guéhouville, autour de Saint-Éliphe, vers La Madeleine-Bouvet à Neuilly-sur-Eure, sur le versant nord de la vallée de l'Eure. Il existe enfin de petites exploitations plus ou moins artisanales, parfois abandonnées, le long des vallées et un peu partout dans les forêts et les bois, à chaque fois qu'un vallon entaille le plateau de résidu à silex.

Dans sa thèse, P. Juignet (1974) a décrit de nombreuses carrières et affleurements sur la feuille La Loupe, en particulier dans la région de Longny. Il a notamment levé une coupe très complète, coupe dite « de la coopérative agricole », à la sortie du bourg de Longny sur la RD.11 (fig. 4). Il signale que « la base de la coupe débute avec la partie moyenne des Sables du Perche et que l'on distingue en tout, 11 niveaux. Les 9 niveaux inférieurs présentent un faciès inhabituel : les sables y sont quartzeux, grossiers, organisés en feuillets centimétriques granoclassés horizontaux ou engagés dans des faisceaux à

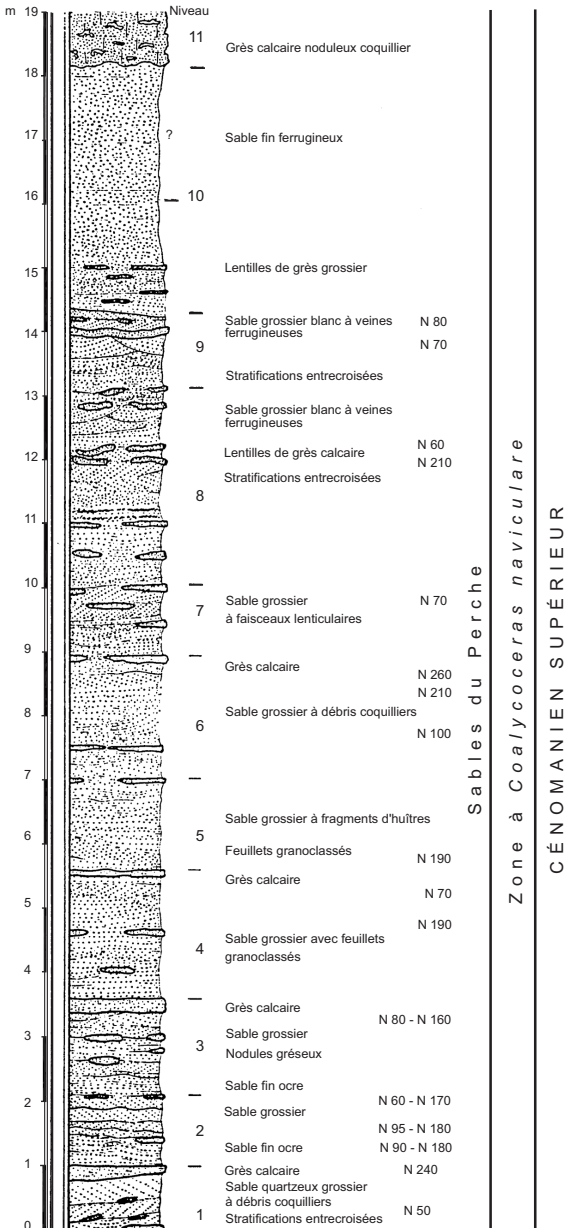


Fig. 4 - Coupe lithostratigraphique du Cénomanién supérieur.
 Carrière de la coopérative agricole de Longny-au-Perche.
 (d'après Juignet, 1974)

stratifications obliques, généralement décimétriques et lenticulaires. Les faisceaux comblent localement des petits chenaux et peuvent se raviner mutuellement. Cette sédimentation rythmique s'ordonne en outre en séquences métriques dans lesquelles stratification horizontale, stratification ondulée (rides), stratification oblique ou entrecroisée et grès calcaire associé à la surface d'érosion terminale, s'enchaînent successivement de bas en haut ». Cette organisation peut s'observer encore de façon spectaculaire à la carrière de La Heslière où, sur une coupe d'une quarantaine de mètres, on voit parfaitement des sédiments sableux organisés en dunes hydrauliques soumises aux influences de la marée. Ces grandes dunes hydrauliques correspondent à des corps sédimentaires deltaïques progradant. Ceux-ci se chevauchent et montrent des directions de progression variable, majoritairement dirigées vers le Nord-Est. Les Sables du Perche résultent donc d'une mise en place très rapide sous l'action de courants de marée souvent violents.

Selon les lieux, la nature et la disposition des corps sédimentaires, tout comme le faciès des sédiments associés, peuvent être très variables. Les minéraux lourds, où abondent les espèces provenant de roches métamorphiques (andalousite et staurotite), sont très peu usés et indiquent une origine armoricaine relativement proche du matériel détritique (Juignet, 1971 et 1974).

Les sables sont généralement grossiers (grains moyens de 0,5 à 1 mm) mais peuvent localement être très fins ou très grossiers et même graveleux. Selon P. Juignet, la partie moyenne des Sables du Perche serait surtout constituée de sables grossiers, auxquels succèdent des sables plus fins à la partie supérieure. Dans un forage réalisé à Sainte-Anne, près de l'angle nord-ouest de la feuille, les Sables du Perche ont une quarantaine de mètres d'épaisseur sous un recouvrement d'une dizaine de mètres de Résidu à silex. Ils ont un grain moyen compris entre 0,4 et 0,5 mm et sont très bien classés dans les trente premiers mètres où la fraction inférieure à 50 µm dépasse rarement 5 %. Vers la base ils deviennent de plus en plus argileux, l'argile pouvant atteindre environ 40 % de fraction fine. La faune, assez rare, est essentiellement constituée de débris de bivalves (*Exogyra*, *Lopha*, *Merklina*) et de brachiopodes (*Cyclotyris*) silicifiés. Des bancs d'huîtres se sont parfois fixés sur des petits niveaux indurés représentant des arrêts de sédimentation.

Les argiles associées aux Sables du Perche sont la plupart du temps des smectites mais peuvent être parfois aussi des kaolinites pures, sans doute illuviées. La muscovite y est abondante et les feldspaths existent parfois, tandis que la glauconie est rare, sans doute parce qu'elle a été altérée.

Les sables sont de couleur blanche sous le plateau lorsqu'on peut les observer en forage ou dans de grandes carrières, comme à La Ventrouze, sur la feuille voisine de Verneuil-sur-Avre. Mais la plupart du temps, dans les autres

carrières comme à La Heslière à Longny ou à Bizou, où l'exploitation s'est faite à flanc de coteau, ou encore sur les versants des collines, les Sables du Perche ont une teinte ocre-rouge.

Les Sables du Perche étaient très certainement carbonatés à l'origine. C'était des craies très détritiques, riches en framboïdes de pyrite et en glauconie. C'est l'oxydation de ces éléments ferrugineux qui a produit la teinte rouille que l'on peut maintenant observer et qui est donc le résultat d'une altération. Cette ferruginisation s'est parfois accompagnée d'argilisation. L'altération des sulfures a également produit des solutions acides qui ont dissous la phase carbonatée. Par lessivage, les éléments se seraient ensuite concentrés vers la base de la formation où le milieu est réducteur (M. Thiry, com. orale). En effet, en profondeur, lorsqu'on les rencontre en sondage, ces Sables du Perche présentent la plupart du temps, à la base, sous la masse sableuse blanche, des teintes très noires. On peut penser qu'une décarbonatation aurait dû s'accompagner de déformations des structures sédimentaires. Celles-ci auraient en fait été préservées, comme à La Heslière, parce que la teneur en carbonates à l'origine était faible et que ces carbonates pour l'essentiel comblaient la porosité.

Des niveaux plus ou moins discontinus de grès ferrugineux, appelés roussards, souvent utilisés dans les bâtiments anciens avec les grisons rencontrés à la base des limons quaternaires, peuvent également exister. Ils correspondent à des concentrations ferrugineuses liées à différents niveaux de stationnement de la nappe aquifère. Leur formation a pu se faire à des époques très variables, et même très récentes. Ils ont été localement exploités pour alimenter les établissements sidérurgiques.

À la sortie du bourg de Longny, sur la route D.918 qui mène à L'Aigle, on peut voir la partie supérieure de la formation et le contact avec le Turonien sus-jacent. P. Juignet (1974) avait déjà décrit cette coupe où, sous la craie marneuse, il est possible d'observer un grès calcaire noduleux et vacuolaire associé à un sable jaune grossier. Ce niveau, qui est traversé à proximité par de gros terriers, a été défini par P. Juignet comme le hard-ground « Longny 1 », correspondant aux hard-grounds « Antifer 2 ou 3 » du domaine septentrional. Toujours selon P. Juignet, l'ensemble de la formation des Sables du Perche formerait une seule séquence majeure (séquence H), regroupant un certain nombre de séquences mineures métriques.

Au Nord de la faille de Senonches, les Sables du Perche disparaissent complètement, et sous la craie turonienne ne se rencontre plus, comme partout ailleurs dans le reste de la Normandie, que son équivalent latéral composé d'une craie du Cénomaniens supérieur. Celle-ci a été préservée de l'altération dans les compartiments effondrés.

Ailleurs la craie turonienne (et sénonienne) est décalcifiée et les Sables du Perche se trouvent donc recouverts par une formation résiduelle d'argiles à silex, souvent solifluée sur les pentes.

c2M. Craie marneuse (Turonien) (20 à 30 m). On la rencontre : dans le fossé de Longny où elle a été préservée ; dans la plaine de Saint-Jean-des-Murgers où elle se trouve sous recouvrement limoneux ; et enfin au Nord de la faille de Senonches. Elle a été largement exploitée comme en témoignent les nombreuses marnières encore observables ou qui apparaissent par effondrement lors des épisodes pluvieux (Chaillou *et al.*, 1984).

D'après des coupes observées à Longny (fig. 5), P. Juignet (1974) précise que la craie marneuse souligne un retour à une sédimentation pélagique. Il distingue deux formations dans la partie inférieure de cette craie :

– à la base la craie à *Terebratella carantonensis*, craie glauconieuse qui se termine par une ébauche de hard-ground et au-dessus la craie argileuse à *Inoceramus labiatus* où l'on distingue plusieurs ébauches de hard-grounds et des cordons de silex noirs. L'importante coupure lithologique qui sépare les Sables du Perche de la craie turonienne traduit, toujours selon P. Juignet, une modification paléogéographique concernant toute la bordure occidentale du bassin de Paris et le début d'une période biostasique qui persistera pendant tout le Turonien et le Sénonien dans la région.

La craie marneuse est rapportée au Turonien inférieur, niveau à *Inoceramus labiatus* sur la feuille à 1/80 000 de Mortagne (Pareyn *et al.*, 1967) et sur la plupart des autres cartes à 1/50 000 comme par exemple sur la feuille Courville-sur-Eure (Gigot, 1990), située à l'Est. Selon cet auteur, le Turonien peut y être divisé en 3 parties :

– le Turonien inférieur basal, qui est en continuité de sédimentation avec le Cénomaniens supérieur. Il a un faciès de mer ouverte caractérisé par la présence de grosses globigérines et par l'association de *Gavelinopsis tourainensis*, *Dicarinella hagni*, *Orostella turonica* ;

– le Turonien inférieur non basal, marqué par la présence de *Marginotruncana praehelvetica* ;

– le passage du Turonien inférieur au Turonien moyen est caractérisé par l'association de *Gavelinopsis tourainensis*, *Dicarinella hagni*, *Gavelinella moniliformis*, *Coscinophragmium irregulare*. Sur la feuille voisine de Courville-sur-Eure, c'est le terme le plus élevé du Turonien qui ait été rencontré (Gigot, 1990). Le Turonien moyen, le Turonien supérieur et la base du Coniacien n'ont en effet pas été identifiés. Le Turonien inférieur est recouvert par une argile à silex issue de l'altération d'une craie sénonienne datée (grâce à la microfaune des silex), du Coniacien supérieur au Santonien. Une craie blanche à silex blonds, datée par la microfaune du Coniacien moyen à supérieur a cependant été rencontrée en forage à la ferme des Joncs

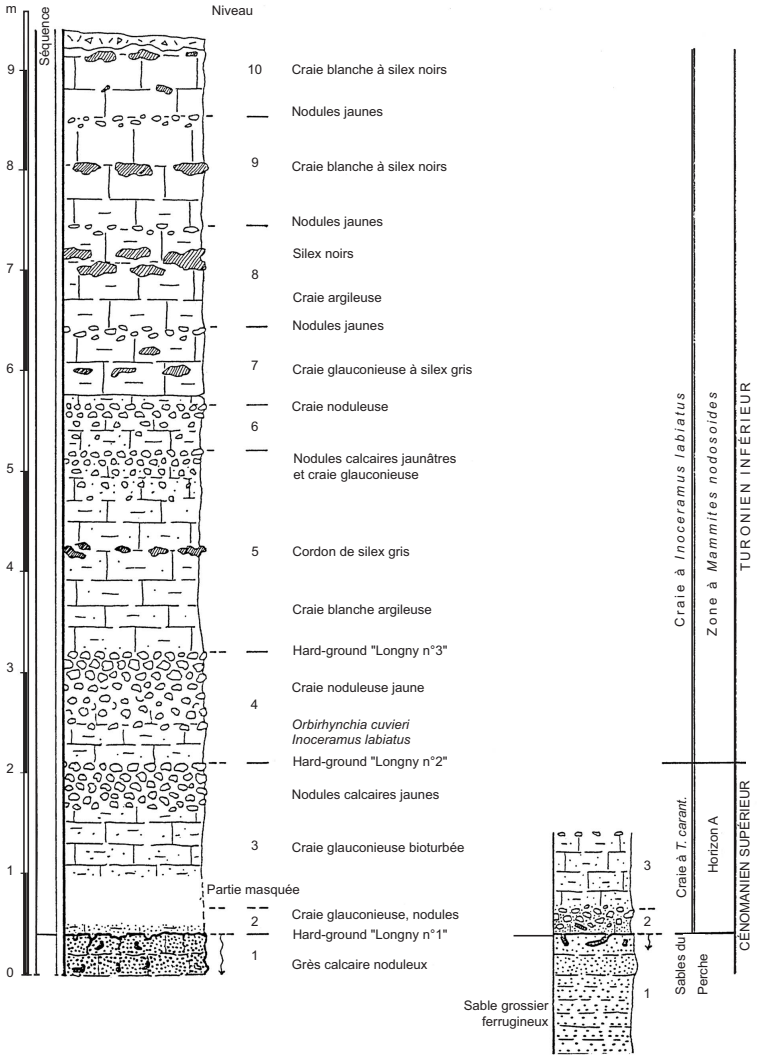


Fig. 5 - Coupe lithostratigraphique du passage Cénomaniens-Turonien. Carrière du talus de foire à Longny-au-Perche (d'après Juignet, 1974)

(Gigot, 1990). Il semble donc que si les dépôts allant du Turonien moyen au Coniacien inférieur et aujourd'hui disparus, n'ont laissé aucun témoignage résiduel, c'est parce qu'ils ne contenaient pas de silex.

La craie turonienne, en particulier à proximité de la faille de Senonches est profondément karstifiée. En témoignent les pertes observées par exemple vers Tardais, et les résurgences permettant à l'eau de réapparaître à l'aval.

Formations tertiaires

eC. Calcaire lacustre. Meulières (Éocène, Bartonien probable) (10 à 15 m ?). Dans le graben de Longny, un sédiment carbonaté lacustre, parfois silicifié, a été préservé. Il affleure autour du stade de football, près du collège, où une alternance de niveaux marneux et de niveaux indurés peut être observée. Les niveaux indurés contiennent des oogones de characés, des planorbes et des gastropodes, alors que les niveaux marneux semblent azoïques. Le calcaire a été partiellement meuliérisé et de très gros blocs de meulières apparaissent en contrebas du stade. Ils présentent des vides caverneux, mais des parties carbonatées subsistent encore par endroits.

Vers l'Est, ce calcaire lacustre est en contact par faille avec les Sables du Perche. Il doit mesurer de 10 à 15 m d'épaisseur. Une tentative de sondage à la tarière a été infructueuse, la tarière se bloquant rapidement sur les horizons indurés. Des échantillons ont été prélevés pour datation.

Formations superficielles tertiaires et quaternaires

Altérites

Se. Silicifications (Tertiaire) (1 à 30 m). De nombreuses silicifications apparaissent çà et là sur la feuille La Loupe. On peut les observer *in situ* mais la plupart du temps ce sont des blocs qui ne sont plus en place et qui ont été regroupés en bordure de champs. Étant donné leurs dimensions, ils n'ont bien entendu pas subi un déplacement très important. Ce sont des résidus de silcrètes appelés classiquement « perrons » dans le Sud-Ouest du bassin de Paris. La silicification a affecté des paléosols souvent établis sur les altérites à silex ou des dépôts sédimentaires formés d'éléments plus ou moins roulés.

Il existe des silicifications en place notées eS, que l'on peut observer en coupe dans la tranchée de la voie de chemin de fer, près du Rond-de-Francqueville en Forêt de Senonches. Au-dessous de limons décolorés et lessivés, les niveaux silicifiés qui font un peu plus d'un mètre d'épaisseur,

correspondent à de gros silex dispersés dans une matrice couleur mastic. Ils sont formés d'argiles, de sables fins et de petits éclats de silex mélangés, l'ensemble étant entièrement silicifié.

La présence étonnante des petits éclats de silex pourrait résulter de la cristallisation de gypse qui, en induisant des changements de volume et donc des pressions importantes, est susceptible de faire éclater les silex. Ce phénomène soulignerait donc une influence lagunaire (M. Thiry, comm. orale). Or, il ne semble pas y avoir ici de fantômes de gypse dans la matrice. L'origine de ces éclats reste donc mystérieuse.

Ces silicifications, qui affectent les argiles à silex, se sont développées à l'origine dans un point bas du relief.

Dans le Fossé de Longny d'importants niveaux silicifiés, dont l'ensemble pourrait mesurer environ une trentaine de mètres d'épaisseur, ont également été préservés vers la Grande-Goudière et affleurent sur le versant. L'observation de plusieurs replats laisse penser qu'il y a plusieurs niveaux d'induration. Les silicifications sont ici des perrons qui présentent de très belles figures d'illuviation avec coiffes et surcoiffes et des liserés de titane. De telles figures ont été décrites par M. Thiry, notamment dans sa thèse (1981, 1993), et par Thiry et Simon-Coinçon (1996).

Il existe aussi des blocs silicifiés non en place, accumulés en tas en bordure de champs, comme par exemple au bord du chemin de Chartres vers La Hiocherie à Marchainville, à La Moisière au Nord-Est du Pas-Saint-L'Homer, aux Brosses à La Framboisière, ou aux Yvorains, au Sud-Ouest de Saint-Éliph. Ces blocs ont été extraits des champs proches, parfois au moment d'opérations de drainage. Les agriculteurs disent que ces bancs n'étaient pas continus.

Dans l'angle nord-est de la feuille, aux Quéronnières, des blocs dont certains devaient peser plus d'une tonne, étaient accumulés au milieu d'un champ. Pourtant, celui-ci a été drainé sans que l'on puisse observer de silicifications en place au moment des travaux. Ces blocs venaient donc d'un autre champ sans doute proche. Ils ont été récemment exploités par un carrier pour fabriquer du granulats. Ils étaient en majorité formés d'éclats de silex baignant dans une matrice sableuse abondante, le tout étant silicifié. On pouvait voir très nettement sur certains blocs un granoclassement, les éléments de silex devenant de plus en plus petits et laissant place uniquement à la matrice sableuse. D'autres étaient uniquement composés de cette matrice sableuse silicifiée et avaient donc l'aspect de grès, alors que dans d'autres encore les éléments de silex étaient si abondants qu'ils semblaient dépourvus de matrice, et qu'ils avaient l'aspect de brèches silicifiées.

Ces blocs reposent ici sur une surface qui surmonte le Turonien et sont situés bien au-delà de la limite nord des Sables du Perche cénomaniens. Ils ne peuvent donc pas avoir alimenté la matrice sableuse. Les sables silicifiés, qui forment ce qui est communément appelés les « grès ladères », sont certainement tertiaires. Ils pourraient correspondre par exemple à la silicification de Sables du Thymerais, qui affleurent plus à l'Est, sur la feuille Courville-sur-Eure. Ces sables fluviatiles dont l'écoulement serait orienté SW-NE, résulteraient du remaniement au Tertiaire, sans doute à l'Yprésien, des Sables du Perche auxquels ils ressemblent beaucoup (Quesnel, 1997). Aux Quéronnières nous étions certainement en présence d'anciens dépôts, grossiers à la base et formés exclusivement de silex remaniés débarrassés de toute matrice, puis de plus en plus fins jusqu'à devenir exclusivement sableux. Il est possible que l'on ait été ici en présence de témoins résiduels de dépôts de la base des Sables du Thimerais reposant sur des éléments de résidu à silex remaniés, l'ensemble ayant ensuite été silicifié.

Des blocs de grisons, abondants au niveau de la ferme même des Quéronnières, étaient mélangés avec les blocs silicifiés.

À La Moisière, près du Pas-Saint-l'Homer, les blocs silicifiés sont entassés autour d'un trou d'eau d'où ils semblent avoir été tirés. Il se peut que certains d'entre eux proviennent d'un drain proche qui a été approfondi. On peut trouver de nombreux autres blocs de nature diverse dans les bosquets alentours. Il y a des silcrètes présentant des figures d'illuviation et des coiffes qui résultent donc de la silicification d'anciens sols. Mais il existe aussi des grès de type ladère et des conglomérats résultant de la silicification de sables et d'éléments roulés plus grossiers : ce sont donc des dépôts mis en place à proximité d'un écoulement de surface. Comme les blocs observés reposent à la surface du Résidu à silex, les dépôts originaux peuvent difficilement correspondre aux Sables du Perche ; cette fois encore, ils s'accorderaient plutôt avec les Sables du Thimerais. Les dépôts fluviatiles et la partie supérieure de leur substrat formé par le résidu à silex pédogénétisé auraient là aussi été silicifiés.

Aux Yvorains les blocs correspondent à des silcrètes démantelés qui présentent de nombreuses figures d'illuviation, des coiffes, des surcoiffes, des colonnes, des faciès noduleux. Ils témoignent d'une silicification pédologique.

Au carrefour sud du Pas-Saint-L'Homer existe un bloc de conglomérat à silex silicifié, alors que les éléments utilisés pour le dolmen de la Grosse-Pierre (bois de Saint-Laurent au Nord-Est de Rémalard), sont constitués de silicifications diverses. Les perforations observées sur certains blocs correspondent à des emplacements de racines préservés.

Enfin, sur le plateau qui domine Bretoncelles vers le Sud-Est, de part et d'autre de la D620, vers le hameau de La Crinière, on rencontre de nombreux éléments roulés qui parsèment la surface et qui sont mélangés notamment à de petits quartz ronds. Ils peuvent être facilement confondus avec des éléments dont l'arrondi résulte d'un transport. Ce sont en réalité des nodules issus de silcrètes désagrégés, alors que les petits quartz ronds qui leur sont associés pourraient être des résidus de Sables du Perche ou plutôt encore une fois de Sables du Thimerais.

Tous ces témoins de sols ou de dépôts superficiels silicifiés sont situés vers une altitude de 220 mètres. Ils soulignent la proximité d'une paléosurface qui a finalement été peu déformée par la fracturation et peu affectée par l'érosion, mises à part les incisions quaternaires. La faille de l'Eure, même si elle est encore active, mais qui fonctionne essentiellement en décrochement, l'aurait ainsi peu affectée verticalement. En revanche, dans le fossé de Longny, ces témoins se rencontrent à une altitude un peu plus basse. Ils y sont d'ailleurs beaucoup plus épais et très bien préservés. Le fossé, qui contient également du calcaire lacustre éocène, résulte d'une tectonique post-éocène, vraisemblablement oligocène ; la paléosurface a été ici localement décalée.

Dans le fossé de Longny, les silcrètes sont surmontés par le calcaire lacustre (eC) d'âge éocène à bartonien probable, et sont donc plus anciens.

S. Silcrètes : accumulations de blocs silicifiés ou « perrons ». Ce signe indique la position des accumulations remarquables de blocs silicifiés (eS) décrits ci-dessus dans le paragraphe consacré aux silicifications tertiaires. Leur origine est tertiaire, mais leur déplacement est récent, souvent d'origine anthropique. Toutefois, au vu de leurs dimensions, ils ne peuvent provenir de très loin.

F. Ferricrètes : conglomérat à ciment ferrugineux ou « grison » (Quaternaire) (quelques dm). On les trouve en abondance partout où existent des recouvrements limoneux. Ces conglomérats se sont formés au contact des limons éoliens et du Résidu à silex sous-jacent. Le fer lessivé à partir des limons s'est concentré au niveau de la surface imperméable du résidu en cimentant les silex. Ces bancs de grisons peuvent être épais de quelques dizaines de centimètres et peuvent être très étendus en surface. Ils résultent donc d'un phénomène récent qui se poursuit encore actuellement dans les petites dépressions qui marquent la surface du plateau. Ces grisons ont été utilisés comme minerai de fer et comme pierre à bâtir. Le faciès de certains grisons mis en œuvre dans l'église de Senonches laisse penser qu'il existe plusieurs générations de grisons ; certaines, peut-être plus anciennes, paraissant particulièrement indurées.

Rc. Formation résiduelle à silex (Tertiaire à Quaternaire) (8 à 20 m).

Le terme « Argiles à silex » recouvrant des matériaux d'origines très diverses, il est préférable d'utiliser, pour ce type de formation, le terme de « résidu à silex » (Lebret *et al.*, 1995). Le résidu à silex est un matériau essentiellement autochtone issu de l'altération de la craie à silex post-cénomaniennne. Il peut cependant être contaminé à sa partie supérieure par une fraction allochtone généralement modeste constituée par des résidus de dépôts tertiaires, des limons éoliens et éventuellement même des dépôts fluviatiles (Laignel, 1993 et 1997).

Les Sables du Perche, là où ils existent, sont coiffés par le résidu à silex, qui arme ainsi les plateaux. En effet cette formation, a priori meuble et très plastique quand elle est saturée en eau, est charpentée par des silex et résiste particulièrement bien à l'érosion mécanique (Quesnel, 1993). Ailleurs, le résidu à silex surmonte la craie turonienne, parfois sur une grande épaisseur.

La couverture de résidu à silex est pratiquement continue sur les plateaux. Seuls des placages de limons, anciens ou récents, et des matériaux résiduels les surmontent par endroits. Sur le plateau de Saint-Jean-des-Murgers le recouvrement limoneux est particulièrement épais.

Dans le tiers nord-est de la feuille, la couverture de Résidu à silex correspond à une paléosurface légèrement basculée depuis sa mise en place. Seuls les sondages permettent de différencier les compartiments structuraux et de reconnaître la nature du soubassement : Sables du Perche ou craie turonienne.

Lorsque ce résidu à silex repose sur les Sables du Perche, le contact est très franc, rectiligne et quasiment horizontal, soulignant ainsi l'altération complète de la craie post-cénomaniennne. Laignel (1993 et 1997) a étudié ce contact en détail à la carrière de La Ventrouze, située près de la limite nord-ouest de la carte, sur la feuille voisine de L'Aigle. Le résidu à silex y est épais de 8 m, très homogène et sans organisation apparente : c'est une diamictite. Il est composé de 40 à 60 % de silex branchus et rognonneux non jointifs, de tailles variables (20 cm maximum) et disposés subhorizontalement. Le matériau est donc en place et n'a subi aucun remaniement.

Sur la craie, le résidu à silex est souvent perturbé car la décarbonatation engendre des pertes de volume et donc des tassements. De plus, la matrice a pu se déplacer par lessivage ou soutirage étant donné la présence fréquente de poches de karstification dans la craie sous-jacente ; karstification ayant été favorisée par l'enfoncement des vallées au Plio-Pléistocène. Ces raisons font que la disposition initialement subhorizontale du résidu à silex est déformée (Lebret *et al.*, 1995), le matériau présentant alors un aspect anarchique (Laignel, 1997).

À La Ventrouze, les silex sont gris à noirs, ou bien blonds, ou encore miel (Laignel, 1997). Ils sont assez souvent altérés et parfois imprégnés de fer vers le sommet. Ces silex sont emballés dans une matrice argileuse blanchâtre ou plus ou moins bigarrée, qui contient plus de 90 % de kaolinite. Elle devient ocre à rouge vers le sommet lorsque cette formation est contaminée par des vieux limons. Cette altération est de type latéritique kaolinisante et s'est faite sous un climat tropical humide sous couvert végétal dense (Thiry, 1981). Sur d'autres profils se rencontrent des silex cacholonisés. Du fait de cette altération, ils sont blancs, poreux jusqu'au cœur et la désilicification les a considérablement allégés.

Certains silex sont creux. Ils contiennent alors une poudre claire formée de microorganismes siliceux ou silicifiés comprenant des spicules de spongiaires, des foraminifères, des radiolaires, des dinoflagellés, des ostracodes qui permettent donc de dater les terrains d'origine (Kuntz, Monciardini et Verron, 1984 ; Menillet et Monciardini, 1991 ; Laignel, 1993 ; Quesnel, 1997). Par leur présence, ces organismes prouvent également que les silex proviennent bien de la décarbonatation sur place de craies à silex post-cénomaniennes.

Sur le territoire de la feuille La Loupe, les silex récoltés en surface proviennent de l'altération de craies d'âges différents. Dans la région de Longny, les alentours de La Ferté-Vidame et de Senonches, ce sont des craies de la base du Santonien ; vers la Lande-sur-Eure, cet âge est compris entre la base du Santonien et le Santonien moyen ; près de l'Hôme-Chamondot, il s'agit du Turonien – Coniacien moyen ; et du Coniacien supérieur vers Montécot (Quesnel, 1997).

Sur les feuilles voisines de l'Ouest et du Nord-Ouest, les silex de surface proviennent de la craie campanienne : Campanien inférieur en forêt de Réno-Valdieu (feuille Mortagne-au-Perche), Campanien supérieur en forêt de Perche-Trappes (feuille L'Aigle). Vers le Nord-Est, dans le Thimerais, les silex de surface correspondent à des craies allant du Campanien supérieur au Maestrichtien, alors qu'elles sont turoniennes à la base du manteau altéritique. Le sommet du résidu à silex montre donc partout des âges voisins, ce qui indique que cette altérite de la craie n'a pas été décapée et que les profils d'altération sont pratiquement complets.

Sur la feuille Courville-sur-Eure (Gigot, 1990), deux nappes superposées de résidu à silex se différencient par la forme des silex, leur teinte, ainsi que par la couleur de la matrice argileuse. Elles correspondent sans doute à des craies d'âges différents. Ces observations n'ont pu être confirmées sur la feuille La Loupe où le résidu mesure une dizaine de mètres à l'Ouest, pour s'épaissir légèrement vers l'Est. D'après les sondages il y atteindrait une quinzaine ou une vingtaine de mètres vers Les Ressuintes ou près de

Senonches. Plus à l'Est, sur la feuille voisine de Courville-sur-Eure, le résidu couvre pratiquement toute la feuille avec une épaisseur comprise entre 15 et 40 m, et même atteindre 50 m (Gigot, 1990). F. Quesnel (1997) estime que cette altérite n'a pas été décapée et que son épaisseur reflète donc l'épaisseur initiale de la craie avant altération. Comme cette épaisseur diminue régulièrement d'Est en Ouest, elle témoignerait du biseau sédimentaire des dépôts initiaux.

Si les craies se sont déposées au Turonien et au Sénonien, l'altération date, elle, au plus tôt, de la phase d'émergence fini-crétacée. Mais elle peut être beaucoup plus récente et a pu même se poursuivre jusqu'au Quaternaire (Quesnel, 1997). Cependant, l'altérite est ici surmontée de paléosols silicifiés datés de l'Éocène moyen, et que l'on retrouve en grand nombre sur la feuille La Loupe. Il ne fait donc aucun doute que dans la région, l'essentiel du résidu à silex était déjà formé dès cette époque. Pour l'essentiel, l'altération s'est donc développée avant la mise en place du calcaire lacustre qui surmonte les silicifications de Longny.

La partie supérieure de la formation résiduelle à silex est souvent cryoturbée et a donc été plus ou moins remaniée au Quaternaire. La gélifraction a brisé les silex en petits fragments qui ont été mélangés à des limons. En coupe, on y observe aussi souvent des glosses, ou langues de déferrification, liées à des circulations d'eau préférentielles.

Ce résidu à silex, en position haute sur les plateaux de craie turonienne, correspond à une paléosurface d'altération qui scelle les reliefs et ne semble pas avoir donné de colluvions. Il en va de même sur les Sables du Perche.

Ac1-c2a. Argile de décarbonatation de la craie cénomaniennne (Tertiaire à Quaternaire) (1 à 2 m). Déjà signalée par L. Dangeard (1938) et D. Dufay (1957), cette argile a été exploitée par des tuileries et des briqueteries. En témoignent certains toponymes : La Tuilerie au Château de Voré à Rémalard, La Tuilerie à Dorceau près du château de Guilbault en bordure de la forêt de Saussay. Il y a sans doute eu de nombreuses autres petites exploitations.

Cette argile est généralement verte en raison de la présence de glauconie souvent transformée en smectites, mais parfois grise aussi. La présence de fer peut lui donner des teintes rouille. Le manteau altéritique d'argiles vertes occupe plutôt des versants exposés au Sud et à l'Ouest, dans la région de Rémalard. À certains endroits elle s'enrichit en silicifications diverses, gaizes, cherts ou silex. Elle pourrait correspondre aux racines du profil d'altération tertiaire développé sous couverture des sables du Perche et apparaîtrait ainsi qu'après décapage de ces sables.

Dépôts de pentes

CRC-c1/c1R. Colluvions du résidu à silex sur Craie de Rouen (Pléistocène) (0,30 à 0,50 m). Dans la vallée de l'Huisne, en bas de versant en rive droite en amont de Rémalard, des silex provenant du résidu à silex par colluvionnement, reposent sur la craie cénomaniennne.

Cc1P. Colluvions sur Sables du Perche glissés. Par endroits les Sables du Perche sont légèrement glissés sur les versants.

CRC-c1P/AC. Colluvions du résidu à silex et de Sables du Perche sur l'altérite argileuse de la craie (1 m). Vers le Château de Voré à Rémalard des colluvions de silex et de sables recouvrent l'altérite argileuse de la craie.

CRC-c1P/c1G. Colluvions du résidu à silex et des Sables du Perche, sur craie glauconieuse (Pléistocène) (1 à 2 m). Des colluvions, mélangeant silex et Sables du Perche, reposent à Bellou, au Sud de Rémalard, sur la craie glauconieuse.

CRC-c1P/c1R. Colluvions du résidu à silex et associées à des Sables du Perche sur Craie de Rouen (Pléistocène) (1 à 3 m). Dans la vallée de l'Huisne, et plus particulièrement près de Rémalard, les versants sont empâtés par des sables plus ou moins argileux, avec silex. Ils mesurent plusieurs mètres d'épaisseur par endroits. Ces dépôts de pente, qui constituent souvent ce qui est appelé le « bief à silex », se sont mis en place sous climat périglaciaire au cours du Pléistocène (Lebret *et al.*, 1995). Ces dépôts s'observent surtout sur les versants exposés à l'Est ou au Sud-Est, et qui étaient alors soumis à des variations de température importantes.

Les versants exposés à l'Est montrent souvent des pentes plus douces que les versants ouest, qui forment des petites cuestas liées au léger plongement des couches vers l'Est. Le résidu à silex, développé sur les plateaux aux dépens de la craie turonienne et sénonienne s'est trouvé déstabilisé à proximité des vallées : par fauchage, reptation, solifluxion et gélifluxion, il a glissé sur les versants sableux. Les silex, débarrassés d'une partie de leur gangue argileuse, se sont alors mélangés aux Sables du Perche, eux-mêmes déstabilisés. Le tout s'est retrouvé soliflué au pied des versants pour former parfois des dépôts à surface convexe qui empâtent le bas des pentes.

Les versants opposés sont souvent plus raides, comme dans la vallée du ruisseau de Boiscorde ou celle du ruisseau de Dorceau qui montrent des profils très asymétriques. D'autres versants, comme en rive droite de la vallée de l'Huisne à Bellou, peuvent être affectés par les mêmes phénomènes. La rive gauche de la vallée de l'Eure, qui correspond également au tombant

exposé au Sud du plateau de la forêt de Senonches, est aussi largement empâtée par ces formations de versant colluvionnées. Outre les conditions climatiques, on peut supposer que la présence de la faille de l'Eure en contrebas du plateau avec les réajustements tectoniques qui peuvent lui être liés, expliquent l'importance du recouvrement colluvial en ce lieu.

Les masses colluvionnées sont affectées de boursouflures très nettes qui pourraient traduire l'impact de manifestations néotectoniques. Au Sud-Est de la feuille, près de l'étang de Perruchet, c'est le versant exposé au Sud qui est le plus raide, alors que la pente nord est très empâtée. On peut supposer qu'à cet endroit également, c'est l'impact de la tectonique qui pourrait déterminer la morphologie des versants. Même si le fort recouvrement colluvial peut résulter d'influences climatiques, il est important de ne pas oublier l'impact éventuel de la tectonique puisque la présence de grands accidents coïncide avec de fortes dénivellations du relief. C'est le cas notamment dans la vallée de l'Eure ou au niveau de son prolongement vers l'amont, ainsi que dans la vallée de l'Huisne ou vers le Sud-est de la feuille.

CRC-C1P/C1P. Colluvions du résidu à silex et associées à des Sables du Perche sur Sables du Perche (Pléistocène) (1 à 2 m). Les hauts de versants, et surtout ceux qui sont exposés au Sud et au Sud-Est dans le bassin versant de l'Huisne et dans la vallée de l'Eure, sont empâtés par ces mêmes formations qui associent silex débarrassés de leur gangue argileuse et Sables du Perche. Elles reposent alors sur les Sables du Perche.

CRC-C1P/Fx-y. Colluvions du résidu à silex et associées à des Sables du Perche, sur dépôts alluviaux de la vallée de l'Eure (Pléistocène) (3 à 5 m). Des colluvions de silex provenant du résidu à silex et associées à des Sables du Perche empâtent le versant sud du plateau de la forêt de Senonches. Elles viennent s'épancher sur les alluvions anciennes de la vallée de l'Eure qu'elles recouvrent complètement à l'amont de La Ferrière, comme l'ont montré de nombreux sondages réalisés au cours du lever de la feuille.

Formations éoliennes

B-LPS. Limons à silex (Pléistocène supérieur) (< 0,5 m). Lorsque les limons sur résidu à silex sont peu épais (moins de 50 cm), ils sont enrichis en silex plus ou moins gélifractés, et en partie remontés vers la surface par les cryoturbations et les labours. Ces zones enrichies en silex occupent la périphérie des plateaux et n'ont pas été distinguées dans la partie occidentale de la carte. Ailleurs, sur la plaine de Saint-Jean-des-Murgers et tout autour de La Loupe, ainsi qu'au Nord de la faille de l'Eure, ils occupent de très grandes surfaces et ont donc été cartographiés.

LPy. Limons anciens argilisés, en poches (Pléistocène) (< 1,5 m).

Des limons anciens, de teinte ocre, très argiluviés, bien différents des autres limons, ont été rencontrés au Nord et au Nord-Est de Moulicent, ainsi que vers Senonches. Visibles dans les fossés, ils remplissent une poche de quelques milliers de mètres carrés à la surface du résidu à silex, dont ils se différencient nettement par l'absence totale de silex. D'autres dépressions ainsi colmatées doivent exister, mais en l'absence de coupes ou de sondages systématiques, elles sont difficiles à mettre en évidence. Ces limons ont parfois été exploités pour fabriquer des briques et des tuiles.

LP. Limons récents des plateaux (Pléistocène supérieur probable) (0,5 à 1 m). Ils se subdivisent en deux types, selon qu'ils recouvrent le résidu à silex ou la craie. Cependant, ils n'ont pas été différenciés sur la carte.

• **Limons sur résidu à silex.** Ils forment des placages (0,50 à 1 m) à la surface des plateaux où leur épaisseur ne dépasse généralement pas un mètre. Ils sont constitués de silts quartzeux argileux bruns (10 YR à 7,5 YR du code Munsell) ; ils sont non carbonatés et peuvent être assimilés aux « loess de couverture » (loess allochtones). Ils se seraient déposés durant la dernière phase froide et sèche du Wechsélien (Lautridou, 1985). Dans ce secteur, il s'agit de pseudo-particules remaniées par la déflation éolienne et qui, pour l'essentiel, proviennent des altérites qui couvraient la région. Leur caractère argileux a permis leur fixation par voie capillaire, comme en Bretagne centrale (Van Vliet-Lanoë, 1998). En règle générale, les surfaces à limons sont occupées par les cultures alors que la forêt recouvre les zones de résidu à silex.

• **Limons sur craie.** Les limons sur craie paraissent dériver en partie de l'altération de la craie, puis vraisemblablement mélangés avec des particules allochtones d'origine éolienne. Bien que de même teinte et même faciès que les limons recouvrant le Résidu à silex, ils s'en distinguent par la présence de quelques glauconies, de silicifications éparses et l'existence de smectites dans la fraction argileuse.

Formations alluviales

Fw. Alluvions anciennes de la haute terrasse (Plio-Quaternaire ancien à Pliocène) (< 0,5 m en vallée de l'Huisne, 5 à 6 m en vallée de l'Eure). Dans la vallée de l'Huisne elles sont très caillouteuses et formées des mêmes éléments que la terrasse Fx-γ. Elles ne sont représentées que par des placages résiduels, 15 à 20 m au-dessus du cours actuel de l'Huisne, et essentiellement en rive droite. Ces alluvions sont parfois mélangées avec des éléments du proche substrat, et en particulier avec des Sables du Perche.

Dans la vallée de l'Eure ces dépôts alluviaux atteignent à leur sommet jusqu'à une dizaine de mètres au-dessus du niveau actuel de l'Eure. C'est le cas juste en amont de Fontaine-Simon et du parc aquatique de La Ferrière, où ils sont encore exploités. Les dépôts sablo-graveleux y sont riches en argiles et fortement altérés et rubéfiés. La pédogenèse a donné des sols jaune-rouge podzoliques et tout laisse à penser que ces dépôts sont relativement anciens (Plio-Quaternaire).

Ces alluvions se rencontrent également dans le méandre de rive droite, au Sud de Belhomert-Guéhouville où les dépôts alluviaux recouvrent un promontoire, et encore un peu plus loin en aval. Dans la région de La Loupe, les alluvions anciennes qui bordent le ruisseau de l'ancien étang de Pot-de-Vin, peuvent de la même façon s'étaler jusqu'à une dizaine de mètres au-dessus du niveau actuel du ruisseau. En l'absence de coupes bien nettes il est difficile de dire si, à cet endroit, les alluvions appartiennent à ce même niveau.

Fx-y. Alluvions de la basse et de la moyenne terrasse (Pléistocène) (0,5 à 12 m). La vallée de l'Eure est comblée par des alluvions argilo-sablo-graveleuses déposées par un réseau fluvial en tresses. Ce sont des nappes périglaciaires, bien visibles à l'aval de Manou où elles ont été exploitées. D'anciennes carrières existent également à Saint-Germain, à Belhomert-Guéhouville et à Fontaine-Simon où certaines sont encore en activité. Les anciennes exploitations ont laissé la place à de multiples plans d'eau qui ont maintenant une fonction récréative (parc aquatique, baignade, pêche).

En revanche, vers l'amont de La Ferrière, les alluvions sont recouvertes par des colluvions descendues de la cuesta de l'Eure. Elles ont été suivies en sondage jusqu'à la Lande-sur-Eure où, à la ferme de La Lèverie, elles gardent la même composition et contiennent des silex présentant un faible émoussé. Cet émoussé permet de différencier les dépôts alluviaux véritables, d'avec les colluvions sableuses à silex qui ont contribué pour l'essentiel à l'alimentation de la nappe alluviale périglaciaire.

L'épaisseur des alluvions est de l'ordre de la dizaine de mètres. Leur sommet est situé très peu au-dessus du niveau actuel de l'Eure et leur base bien en dessous. Dans les parties les plus basses, la terrasse peut donc être recouverte par les crues et souligne le comblement progressif de la vallée par le remplissage alluvionnaire.

Les sondages réalisés par les exploitants des carrières de la vallée de l'Eure montrent que la nappe alluviale peut reposer, soit sur les Sables du Perche au Nord de la faille de l'Eure (anciennes carrières au Nord du Moulin de Guéhouville, ou à Saint-Germain en aval), soit sur la craie turonienne au Sud de la faille. C'est le cas dans l'exploitation actuelle de Fontaine-Simon où les 11 m d'alluvions reposent sur la craie turonienne et sont recouvertes par 60 à

70 cm de limons de plaine d'inondation. Ces alluvions sont argilo-sablo-graveleuses. Elles sont composées de silex plus ou moins roulés provenant du résidu à silex, de sables issus des Sables du Perche remaniés, et d'argiles plus ou moins mélangées ou formant des lentilles. Ces dernières souvent importantes, posent des problèmes d'exploitation. Dans certaines carrières, comme par exemple au parc aquatique de la Ferrière, l'exploitation se serait arrêtée sur des argiles vers 10 m en fond de fouille.

Des alluvions grossières très peu roulées ont également été rencontrées en sondage, sur environ 3 m d'épaisseur. Elles sont connues en aval de La Loupe, à la ferme des Hayes, près de l'ancien étang de Pot-de-Vin. Elles recouvrent 6 à 7 m d'argiles noires et de tourbes. Ces alluvions sont liées à celles de l'Eure et les argiles noires et les tourbes correspondent vraisemblablement à un interglaciaire pré-holocène.

Dans la vallée de l'Huisne les alluvions de la terrasse Fx-y, riches en silex et éléments siliceux divers (chailles grises, quartz très roulés, gaizes, etc.), ne dépassent pas un mètre d'épaisseur. Elles forment de minces placages 5 et 10 m au-dessus du cours d'eau actuel. Contrairement à la vallée de l'Eure où le cours d'eau est installé au sommet des alluvions, l'Huisne a totalement incisé cette terrasse et coule actuellement en contrebas, dans le substratum crayeux. L'enfoncement de l'Huisne a donc été plus important que celui de l'Eure, ce qui pourrait résulter de mouvements épirogéniques différentiels ayant fait varier la position altitudinale des niveaux de base de chacun des cours d'eau.

Fz. Alluvions des lits vifs des cours d'eau et dépôts fluvio-palustres des étangs (Holocène) (0,5 à 2 m). Ces alluvions sont fines, silto-argileuses, de teinte grise, et tapissent le lit majeur des cours d'eau ainsi que le fond des étangs. Elles sont plus ou moins gleyifiées et peuvent être localement enrichies en matières organiques. À l'amont des cours d'eau, ces alluvions fines sont mélangées à des particules issues des versants, plus ou moins grossières et de natures diverses. Ces dépôts combinent donc des apports longitudinaux finement calibrés avec des apports latéraux provenant du ruissellement diffus qui affecte les reliefs adjacents. Vers l'amont, dans la plupart des cas, ces colluvions de fond de vallée ont été assimilées aux alluvions holocènes.

Formation palustre

T. Tourbe (Holocène) (jusqu'à 1,5 m). Au Sud du plateau de Senonches, des sols tourbeux se sont développés à l'exutoire de vallons incisant la cuesta de l'Eure formée par les Sables du Perche, et particulièrement dans le Val de Lépart et dans le vallon Biquet, dont les têtes de thalweg sont probablement alignées sur un accident tectonique N120. Les eaux acides (pH de 4,5 à 5,5)

issues de la nappe des Sables du Perche y sourdent au contact de la craie cénomaniennne sous-jacente. Les sols tourbeux peuvent atteindre 1,50 m d'épaisseur à la tourbière des Froux dans le vallon Biquet (Ould Mohamed et Isambert, 1996). Ces tourbières, qui étaient originellement à carex, évoluent vers des tourbières à sphaignes sur lesquelles se développe une forêt humide oligotrophe (Perera, 1997). D'autres tourbières existent, notamment près du château de Gannes, au Nord-Ouest de la feuille. Selon des témoignages locaux la tourbe y était exploitée et servait de combustible.

Ces zones humides, écologiquement très riches mais aussi très fragiles, ont beaucoup souffert des aménagements destinés à les assainir et vont faire l'objet d'une protection dans le cadre de la mise en place du Parc naturel régional du Perche (Institut d'écologie appliquée, 1995).

Formation anthropique

X. Remblais. Ils correspondent surtout aux digues des étangs qui ont été aménagés sur les plateaux.

CONDITIONS DE FORMATION DES GRANDES ENTITÉS GÉOLOGIQUES

Jurassique

Au-dessus des formations calcaires de plate-forme, le milieu de dépôt des sables oxfordiens – kimméridgiens est proche de l'émersion suite à une épigénèse positive qui a été réactivée. Celle-ci affecte surtout l'arrière-pays armoricain, alors que la zone distale subit une subsidence marquée, le Perche devant être situé à peu près à la flexure.

Une reprise de l'érosion a donc lieu sur le proche continent armoricain et des éléments détritiques quartzeux, qui restent malgré tout de petite taille, arrivent dans le bassin. Les transferts se font perpendiculairement au Massif armoricain, la réactivation de l'épigénèse créant une ligne de plus grande pente orientée W-E.

Crétacé

Le Perche reste émergé pendant le Crétacé inférieur. Le climat est chaud et humide et les formations affleurantes subissent une importante altération se traduisant par une décalcification et une silification qui affectent les formations carbonatées jurassiques.

C'est à l'Albien supérieur que la transgression crétacée se généralise en Normandie (Juignet, 1974). La majeure partie de la plate-forme du Perche est alors recouverte et les premiers dépôts de glauconie se mettent en place. Ces sédiments remanient à leur base de nombreux galets qui peuvent être d'origine proche (calcaires jurassiques) ou beaucoup plus lointaine (quartzites paléozoïques). Le conglomérat basal a un faciès équivalent à celui du Poudingue ferrugineux du Lieuvin.

La transgression s'accroît au cours du Cénomani inférieur, le Perche constituant une zone de transition largement ouverte entre le Bassin normand et le Bassin mancelien. C'est à cette période que se met en place la craie glauconieuse. La sédimentation y est caractérisée par l'association d'une fraction glauconieuse et carbonatée et d'une fraction détritique quartzueuse fine (silts) à laquelle sont mélangés des spicules siliceux de spongiaires qui ont favorisé le développement diagénétique du faciès de gaize.

Les pulsations bathymétriques ont engendré des discontinuités sédimentaires suffisamment marquées pour déterminer des séquences majeures avec récurrences verticales de faciès. L'installation du hard-ground « Rouen 1 » au sommet de la formation et sur l'ensemble de la région, souligne l'uniformité des influences s'exerçant pendant cette période en Normandie (Juignet, 1974).

Au Cénomani moyen, le Perche constitue toujours un domaine de transition entre Normandie et Maine et la sédimentation, toujours de type crayeux, présente cependant quelques différences avec la craie glauconieuse.

La diminution des apports détritiques dans la partie inférieure de la formation et l'abondance de la sédimentation carbonatée fine dans la partie moyenne mettent en évidence l'influence d'une pulsation transgressive. Toutefois, l'axe du Merlerault, au Nord, protège la région d'apports pélagiques importants, notamment en microfaune planctonique. Quelques variations bathymétriques engendrent une nouvelle fois des discontinuités sédimentaires et des récurrences de faciès glauconieux.

La sédimentation carbonatée est finalement perturbée par une décharge détritique brutale qui a donné plus tard les Sables du Perche, dépôt caractéristique de la région et qui prend place dès la base du Cénomani supérieur.

Les Sables du Perche constituent un vaste cône détritico-étalé en bordure du Massif armoricain et intercalé dans les dépôts crayeux du Cénomani et du Turonien. D'origine armoricaine, ces produits détritiques se sont mis en place en un laps de temps relativement court (Juignet, 1974). La profondeur est cependant restée relativement faible pendant toute la durée du dépôt qui a été soumis à l'action de puissants courants de marée, déterminant une dérive

des sédiments vers le Sud-Est. La formation originelle correspondait vraisemblablement à une craie très détritique, mais altérée et décarbonatée par la suite lorsqu'elle s'est retrouvée à faible profondeur, au niveau des compartiments tectoniquement soulevés. Dans les compartiments effondrés elle a en revanche été préservée. Les Sables du Perche disparaissent en effet au Nord de la faille de Senonches, à l'Est du méridien de Chartres, comme l'ont montré les sondages ; il en va de même au Sud d'une ligne Mamers–Authon-du-Perche.

La sédimentation crayeuse reprend au Turonien inférieur et se poursuit jusqu'au Campanien, voire jusqu'au Maestrichtien inférieur (Quesnel, 1997).

Tertiaire et Quaternaire

Une longue période d'émersion débute, qui va alors soumettre la craie (et particulièrement ici les craies turonienne et sénonienne, mais aussi la craie détritique qui a donné les Sables du Perche) aux influences météoriques hydrolysantes sous climat tropical humide et sous couvert végétal dense. La fraction carbonatée des craies va être éliminée et seuls les insolubles (argiles, sables et silix) resteront sur place pour donner le résidu à silix. Celui-ci va constituer un puissant manteau qui recouvre toute la région en s'épaississant vers l'Est ; cette épaisseur reflétant celle de la craie initiale (Quesnel, 1997). Le profil d'altération paléogène des craies à silix jalonne un vaste glacis à pente très faible, incliné depuis le Massif armoricain et dirigé vers le Nord-Est et le bassin de Paris. Le plan de la paléosurface qui surmonte l'altérite et qui n'a pas été décapée, a été largement silicifié, sans doute à l'Éocène moyen, à la suite d'un assèchement du climat où les saisons sèches et humides ont alors alterné. Les silcrètes résultantes peuvent avoir plusieurs mètres de puissance comme c'est le cas dans le fossé de Longny. Elles y occupent parfois des paléothalwegs et ont localement été scellées par des dépôts carbonatés lacustres, d'âge éocène supérieur, en partie meuliérisés dans un second temps. Des calcaires plus ou moins silicifiés sont également préservés dans le fossé de Longny.

Au Néogène–Quaternaire, les alternances climatiques de plus en plus contrastées, alliées au bombement généralisé de la région et à la présence de nombreuses failles, vont favoriser l'incision linéaire de la paléosurface par de multiples cours d'eaux. Ils vont diverger depuis le Perche pour s'en aller rejoindre la Manche ou l'Atlantique. Certains d'entre eux, comme l'Eure, pouvant avoir été victimes de captures dans la partie amont de leur cours. On assiste également, en particulier lors des périodes de réchauffement qui succèdent aux épisodes glaciaires, à la déstabilisation des formations meubles comme le résidu à silix qui vont fluer sur les versants et à la mise en place de dépôts alluviaux grossiers le long des cours d'eau principaux. Dans la vallée de l'Eure, l'altération poussée des dépôts alluviaux les plus élevés

laisse penser que ces alluvions sont relativement anciennes. Lors des maxima glaciaires des apports éoliens limoneux vont recouvrir la région, les plus anciens étant argilisés par altération. C'est aux limons éoliens récents (lorsqu'ils subsistent) que l'Est de la région doit sa richesse agricole.

ÉVOLUTION TECTONIQUE

La couverture méso-cénozoïque de la région de La Loupe repose sur deux types de substratum. Dans la partie sud de la feuille, il est composé par le leucogranite d'Alençon qui se poursuit probablement jusque sous la ville de La Loupe. Au Nord, il est constitué par des schistes paléozoïques connus en sondage vers 1 000 m de profondeur sur la feuille voisine de Courville-sur-Eure. Ce socle est intensément fracturé et le rejeu des accidents anciens profonds s'est répercuté dans la couverture sédimentaire inclinée vers le Nord-Est et le centre du bassin de Paris. Ces rejeux ont pu s'effectuer à plusieurs reprises, en particulier lors de l'ouverture de l'Atlantique puis, plus tard, par contre-coups des différents épisodes du soulèvement alpin. Les manifestations tectoniques, même modestes, sont apparemment encore actives, comme semble le montrer l'important colluvionnement parfois affecté de boursoulfures, qui affecte les versants dans les vallées qui soulignent les grands accidents.

Parmi les fractures majeures se trouvent les accidents de socle de direction armoricaine N110 à N120, comme par exemple la faille de Senonches ou celle de l'Eure, ou encore la faille supposée commander le cours de l'Huisne. Ces failles ont un jeu décrochant dextre, très net sur l'accident de Senonches et vraisemblablement lié à la phase laramide comme dans le reste du Bassin de Paris (Bergerat, 1987).

Lorsque les paléosols silicifiés sont fortement décalés en altitude, c'est que des rejeux postérieurs à la silicification, se sont manifestés sans doute vers la fin de l'Oligocène ou la fin du Miocène, comme c'est le cas au niveau du fossé de Longny.

D'autres fractures peuvent être associées à un système plus complexe, bien visible sur la feuille voisine de Mortagne-au-Perche. Elles résultent de la conjugaison de fractures profondes d'orientations différentes, qui se sont prises en relais. Elles ont des directions N40, N70, N100, ou encore N150, celles-ci étant accompagnées de leurs conjugués N20. Ces accidents peuvent se prendre en relais, se déformer l'un l'autre ou se recouper, puis se connecter aux grandes structures N110-N120. C'est le cas de la faille de Mortagne qui vient se connecter avec la faille de l'Eure au Nord-Est et du système de fractures qui déterminent le fossé de Longny-au-Perche. C'est encore le cas de

la faille de Bretoncelles au Sud, relayée par celle de La Loupe, qui se connecte ensuite, elle aussi, avec la faille de l'Eure.

Les failles orientées N70 sont des structures héritées du Cambrien, mais qui ont pu être réactivées tardivement par endroits. À l'origine, elles sont liées à la formation de bassins d'effondrement caractéristiques de la distension qui a succédé à l'orogénèse cadomienne. Vers 340 Ma, les premières déformations varisques vont générer des structures de direction armoricaine N110-N120, qui peuvent avoir relayé ou déformé (mais ce n'est pas systématique), des structures N70. La faille de Senonches, de direction N120, a un jeu décrochant dextre bien visible. Les accidents N70, empruntés par les écoulements de surface du plateau de Senonches, sont en effet décalés de quelques centaines de mètres.

Les structures N150 et leurs conjuguées N20 correspondent à des déformations tardives décrochantes qui apparaissent à la fin du Carbonifère et qui recoupent les structures précédentes. Elles ont été réactivées au Tertiaire. Des petits cours d'eau, comme la Jambée, la Corbionne ou la Donnette, suivent cette direction N150 dans leur partie amont. Ils soulignent ainsi la présence d'accidents géologiquement peu marqués, mais qui ont une grande importance dans le cheminement des eaux, qu'elles soient de surface ou souterraines. Au Sud de la faille de l'Eure et même au Sud de l'axe du Merlerault-Senonches, le gradient hydraulique est ainsi systématiquement orienté vers le Sud-Est. Les accidents N150 correspondent donc à une fracturation ouverte hydrauliquement très conductive, probablement liée au champ de contrainte actuel N150 (Grellet *et al.*, 1993).

Selon la compétence des terrains, la couverture sédimentaire mésozoïque a réagi de façon variable aux contraintes profondes. Par endroits elle s'est plissée, ailleurs elle s'est décollée ou elle s'est morcelée, notamment près des accidents majeurs, comme dans le fossé de Longny où les petits blocs juxtaposés sont basculés dans diverses directions.

Les mouvements profonds ont perduré jusqu'à l'actuel puisque des phénomènes néotectoniques affectent encore la couverture mésozoïque. La faille de l'Eure, connectée avec celle de Mortagne, ferait d'ailleurs encore preuve d'une certaine activité décrochante comme pourrait l'indiquer un tremblement de terre ayant détruit l'église de Marchainville au début du siècle dernier. Les déformations des dépôts colluviaux et fluviaux anciens de la vallée de l'Eure, pourraient témoigner également d'une activité tectonique au Quaternaire dans cette vallée. En effet, certaines observations, pour l'instant peu approfondies, concernant la morphologie des épais dépôts de pentes, laissent penser que ces dépôts ont pu être affectés par des mouvements transpressifs dextres récents.

SYNTHÈSE GÉODYNAMIQUE RÉGIONALE ET GÉODYNAMIQUE RÉCENTE

À la fin du Protérozoïque, la région, qui appartient au domaine mancennien, est constituée de terrains sédimentaires marins briovériens (Lebret *et al.*, 1995). L'ensemble est déformé et intrudé de granodiorites lors de l'orogénèse cadomienne qui est la phase de tectonogénèse la plus ancienne connue de la région. Au Cambrien, la région est émergée et soumise à l'érosion continentale. À partir de l'Ordovicien, une nouvelle subsidence conduit à une transgression marine qui perdure jusqu'au Dévonien. À la fin du Paléozoïque, l'orogénèse varisque déforme l'ensemble de ces formations (Doré, 1972).

Au Permo-Trias la chaîne hercynienne, presque totalement pénéplanée, est parcourue par un réseau fluvial qui transporte les matériaux issus du démantèlement des reliefs. Les couches de grès et de schistes alternent dans ce paysage de type appalachien.

Au début du Jurassique, au Pliensbachien, mais peut-être dès l'Hettangien selon Rioult *et al.* (1991), une transgression marine provoquée par la subsidence du bassin de Paris envahit la région. Le Lias y est caractérisé par une sédimentation de mer ouverte (Robin *et al.*, 1991). La limite Lias-Dogger est soulignée par une période d'instabilité tectonique. Au Dogger, une plate-forme carbonatée peu profonde s'installe, ainsi que le montre la formation de calcaires oolitiques. Au Malm, deuxième grand épisode jurassique de subsidence du bassin (Dugué, 1987 ; Guillocheau, 1991), c'est durant le Callovien et l'Oxfordien que se produit la période d'inondation maximale. Trois cycles mineurs de transgression-régression peuvent y être différenciés (Dugué *et al.*, 1987 ; Dugué, 1989). Le cycle Callovien inférieur-moyen est surtout représenté par des marnes, alors que le cycle Callovien moyen-Oxfordien moyen, où la sédimentation est d'abord terrigène, présente en son sommet des faciès oolitiques et récifaux. Le dernier, le cycle Oxfordien supérieur-Portlandien qui est riche en calcaires marneux, est quant à lui tronqué.

Au cours du Crétacé inférieur, la région est émergée et soumise à l'érosion et à l'altération continentale. Cette émergence fait suite à une remontée épirogénique générale du bâti qui s'accompagne de voissures, déjà initiées à l'Oxfordien, et dont l'organisation prédétermine les grandes structures du Crétacé.

Une nouvelle phase de subsidence générale débute à la fin du Crétacé inférieur. En discordance sur les assises jurassiques, les dépôts transgressifs albiens débutent par des sédiments détritiques et glauconieux. Au Cénomannien inférieur et moyen, ceux-ci évoluent ensuite verticalement

vers des faciès fins de marnes silteuses et glauconieuses, puis de plus en plus crayeuses au fur et à mesure que la profondeur du bassin augmente (fig. 2 et 3). Au Cénomanién supérieur, un apport continental venu du Massif armoricain à partir du démantèlement d'altérites, va alimenter en éléments détritiques une craie qui par décarbonatation donnera plus tard, au niveau de horsts, les Sables du Perche. Ailleurs, dans les zones effondrées, et en particulier au Nord de la faille de Senonches, la craie du Cénomanién supérieur a été préservée de l'altération. Les sables du Perche disparaissent alors comme à l'Est du méridien de Chartres et au Sud d'une ligne Mamers–Authon-du-Perche.

Pendant le Turonien et le Sénonien, périodes de subsidence maximale, mais aussi au Maestrichtien inférieur (Quesnel, 1997), une sédimentation de plate-forme carbonatée favorise l'accumulation de craies « à bancs de silix ». Il est admis que la mer de la craie profonde de 100 à 150 m est ouverte à la fois sur l'Océan Atlantique et sur la Téthys (Bignot, 1987). Le cycle sédimentaire se termine à la fin du Crétacé par l'émersion de la région.

Au Cénozoïque, pendant que le centre du bassin de Paris connaît une évolution complexe où se succèdent plusieurs cycles transgression-régression en domaine épicontinental, la bordure occidentale du bassin apparaît le plus souvent émergée. Elle ne connaît qu'une ou deux incursions marines marginales, à l'Oligocène et peut-être à l'Éocène. À cette même période, le Massif armoricain et la moitié sud du bassin de Paris sont émergés et soumis à une intense altération. Les produits de l'érosion continentale viennent alimenter en éléments détritiques le centre du bassin, situé alors au niveau de l'Île-de-France.

L'évolution régionale est surtout caractérisée par l'intensité de l'altération météorique du massif crayeux dont le résidu insoluble, composé de silix, d'un peu de sables et surtout d'argiles, constitue un important manteau d'altérite : c'est le résidu à silix, souvent appelé aussi « Argile à silix ». Sur la feuille Dreux, la présence de quelques galets de silix formés aux dépens de l'altérite et trouvés au sein d'un cordon littoral rupélien (Ménillet et *al.*, 1994), prouve que ces argiles à silix se sont formées avant l'Oligocène. Ceci est confirmé sur la feuille La Loupe où l'on trouve des silicifications affectant un dépôt - sans doute des Sables du Thimerais d'âge yprésien - remaniant des silix à leur base. En fait la genèse de cette altérite a commencé dès la fin du Maestrichtien et s'est poursuivie tout au long du Tertiaire et vraisemblablement encore au début du Quaternaire (Quesnel, 1997), constituant un manteau de 10 à 30 m d'épaisseur au-dessus de la craie.

Le profil d'altération paléogène des craies à silix jalonne un vaste glacis à pente très faible, incliné depuis le Massif armoricain et dirigé vers le Nord-Est et le bassin de Paris. Étant surmonté de paléosols et de dépôts fluviaux

silicifiés à l'Éocène moyen, et dont on retrouve des témoins en grand nombre sur la feuille, l'essentiel du résidu à silex était donc déjà formé à cette époque autour de La Loupe. Les témoins silicifiés sont situés à chaque fois vers une altitude de 220 m, excepté dans le fossé effondré de Longny où ils sont un peu plus bas, beaucoup plus épais et bien préservés. Ce fossé contient également du calcaire lacustre de l'Éocène supérieur, bien conservé. Il ne fait donc aucun doute que la tectonique est ici post-éocène, vraisemblablement oligocène. Le contact par faille entre le calcaire lacustre et les Sables du Perche est d'autre part bien visible. Les rapports entre les différentes formations cénozoïques ne sont pas directement visibles sur le terrain à Longny, mais il est vraisemblable que sous les faciès carbonatés meuliérisés de Longny, il existe des niveaux silicifiés de l'Éocène moyen surmontant le résidu à silex.

L'altérite n'aurait pas été décapée selon F. Quesnel (1997). Ceci est sans doute vrai à l'échelle régionale mais probablement pas dans le détail. En effet, au Nord de la faille de l'Eure, la surface au-dessus du résidu à silex, légèrement inclinée vers le Nord-Est, est réglée par un glaciaire et seuls les sondages permettent de savoir si l'on est au-dessus du horst sableux de la forêt de Senonches ou au-dessus du graben crayeux situé au Nord.

La fraction fine de l'altérite peut avoir été alimentée par des dépôts tertiaires sus-jacents, sables et argiles aujourd'hui disparus, ainsi que par la pollution provenant de loess anciens altérés (Laignel, 1997). Cette contamination est bien visible dans les horizons superficiels.

Alors qu'au tout début du Tertiaire, la bordure ouest du bassin de Paris avait été soumise à un soulèvement général (Quesnel, 1997), la région a connu ensuite une phase de quiétude tectonique. Elle s'est manifestée par la mise en place de la surface continentale paléogène, traduisant ainsi un certain équilibre. Des mouvements profonds engendrant un flambage lithosphérique et liés à la collision Afrique-Europe ont pu provoquer une série d'épisodes de déformation à grand rayon de courbure de la croûte terrestre à l'Éocène (Wyns, 1991 a et b et Wyns, 1996). C'est au Pliocène, et peut-être avant déjà au cours du Néogène (Van Vliet-Lanoë *et al.*, 1998), que la région se soulève à nouveau en réponse à un changement dans le régime de contraintes régional. Cette déformation s'est poursuivie jusqu'au Pléistocène, comme le montre la disposition en cônes des alluvions les plus anciennes de l'Iton et de l'Avre (Dewolf et Kuntz, 1980). Les déformations des hautes terrasses de l'Eure et des formations colluviales sur le versant nord de la vallée, attestent également de mouvements transpressifs dextres, qui ont probablement eu lieu au Quaternaire ancien. Ces phénomènes néotectoniques sont encore actifs comme l'indique un tremblement de terre ayant détruit l'église de Marchainville au début du siècle dernier.

Dans ce contexte de soulèvement, le début de l'incision des vallées à travers la surface d'équilibre acquise au Paléogène remonte au moins au Pléistocène ancien, et peut-être même au Pliocène comme semble le montrer l'importante altération des dépôts fluviatiles anciens de la vallée de l'Eure. Cette évolution a favorisé l'abaissement du niveau de base de la nappe phréatique, et par conséquent le développement de conduits karstiques dans la craie, comme par exemple dans le Turonien à proximité de la faille de Senonches. L'organisation du réseau hydrographique actuel, avec ses nombreux thalwegs secs et ses circulations karstiques complexes, incite à penser que l'enfoncement de la nappe phréatique résulte en partie d'un mouvement récent, datant du Pléistocène supérieur ou de l'Holocène (Chemin et Hole, 1980). L'organisation des thalwegs et la répartition des replats signalent vraisemblablement le rejeu en touches de piano des différents blocs du substrat crayeux.

La région est un point haut situé à proximité du contact entre Bassin parisien et Massif armoricain. La ligne de hauteurs principale correspond à la partie sud du horst de Senonches, légèrement basculée vers le Nord-Est et qui aurait encore tendance à se soulever. Ces points hauts constituent, si l'on fait abstraction du cas particulier de l'Eure, la ligne de partage des eaux entre Manche et Atlantique.

Des changements brusques de direction de cours d'eau peuvent cependant être observés un peu partout dans la région et au-delà. La plupart du temps ces cours d'eau se dirigent dans leur partie amont vers le Sud-Est et le centre du bassin de Paris, point d'appel naturel des eaux à une certaine époque. Parfois certains d'entre eux changent brusquement de direction, et s'écoulent alors vers le Sud-Ouest. C'est le cas de l'Huisne bien sûr vers Nogent-le-Rotrou, mais aussi d'autres rivières de la bordure occidentale du Bassin de Paris qui ont été victimes de captures (Sierra, 1998). La partie amont de la paléo-Eure en amont de Marchainville a connu le même sort. Les eaux de la vallée amont devaient tout naturellement se diriger autrefois vers le Sud-Est. Elles ont depuis été détournées vers le Sud-Ouest, et captées par le ruisseau de Marchainville et le ruisseau de Gannes, affluents de la Jambée, et alimentent maintenant le bassin de la Loire.

Le même phénomène semble affecter aussi les eaux souterraines. Comme la série sédimentaire est inclinée vers l'Est ou le Nord-Est, les nappes devraient donc avoir tendance à s'écouler dans cette direction. En fait, au Sud de la faille de l'Eure et à l'Ouest de la faille de La Loupe le gradient hydraulique est systématiquement dirigé vers le Sud ou le Sud-Ouest. Pendages et écoulements souterrains ne concordent donc pas.

Les déformations tectoniques décrites plus haut ont donc pu engendrer une modification par étape des écoulements profonds et des écoulements de surface.

En revanche la partie aval de l'Eure, située au Sud du horst de Senonches, aurait dû, tôt ou tard, selon cette logique, rejoindre le bassin de la Loire. Favorisée par la grande faille de l'Eure qui a maintenu un drainage vers le Sud-Est, elle fait exception à la règle en alimentant le bassin de la Seine et la Manche.

Des phénomènes climatiques vont également se surimposer à ces phénomènes néotectoniques. Les deux derniers millions d'années sont en effet caractérisés par d'importantes variations climatiques avec alternance de phases glaciaires et interglaciaires. Alors que la limite Tertiaire – Quaternaire est actuellement fixée à 1,6 Ma, la discontinuité climatique majeure se situe vers 2,4 Ma, à la limite Reuvérien – Prétiglien. La région connaît à partir de ce moment-là une alternance de climats froids périglaciaires et de climats tempérés comparables au climat actuel ou légèrement plus chauds.

Lors des périodes froides, ce sont les processus d'érosion physique qui dominent. Les alternances de gel et de dégel provoquent, par cryoptation, fauchage et gélifluxion, la migration progressive en masse de formations superficielles sur les versants les plus exposés à l'ensoleillement. Sur les plateaux où les pentes sont plus faibles, c'est la cryoturbation qui est le phénomène dominant et provoque le mélange des différentes formations de surface. Au maximum du froid, lors des périodes dites pléniglaciaires, la sécheresse du climat permet le dépôt de limons, poussières apportées par des vents soufflant du NNW et qui ont été piégées par la steppe herbeuse qui couvrait alors la région. Du fait de leur faible épaisseur, ces limons n'ont subsisté que sur les zones les plus plates. À chaque période interglaciaire, la végétation change, devient surtout arborée et les forêts se développent, fixant pour un temps le paysage. Lors de ces interglaciaires, c'est surtout l'altération chimique des matériaux affleurants qui domine sous l'effet de la pédogenèse.

À l'Holocène - interglaciaire actuel - le climat tempéré influe peu sur la répartition des formations superficielles acquise à la fin de la dernière période froide (Wechsélien). Une végétation arborée s'installe à nouveau fixant le paysage et favorisant l'altération des matériaux affleurants.

Mais si l'on connaît l'influence du climat, l'homme devient aussi, dès le Néolithique, un élément susceptible de modifier le paysage. Les déboisements et défrichages effectués à différentes époques, puis les mises en culture ont provoqué ou accéléré l'érosion des sols. Une pellicule de colluvions s'est développée et s'est accumulée peu à peu dans les points bas.

GÉOLOGIE DE L'ENVIRONNEMENT

OCCUPATION DU SOL

L'occupation du sol est réglée par les contraintes physiographiques de la mise en valeur, avec des héritages évidents d'anciens aménagements de l'espace. La répartition des forêts, assises essentiellement sur les résidus à silex et les sables, est intéressante. Dans la moitié ouest, les principaux massifs forestiers (Longny, Saint-Laurent, Voré, Saussay) occupent la surface du résidu à silex et appartiennent à l'arc forestier qui souligne le revers de la cuesta du Perche. Leur charge en cailloux, leur faible réserve utile en eau ou une hydromorphie excessive, leur confère une médiocre valeur agricole. Ceci explique que, conjointement avec l'histoire (Forêt de Longny), ils aient été laissés en nature de bois.

La même remarque vaut pour le massif de La Ferté-Vidame (aux sols particulièrement hydromorphes) et, dans une moindre mesure, pour le massif de Senonches, qui constituent une marche forestière naturelle en regard de la plaine de Dreux, comme l'atteste d'ailleurs la limite de l'ancienne province du Perche, qui suivait plus ou moins dans ces forêts la ligne d'escarpement de faille qui domine la rive gauche de l'Eure.

Cela est moins évident pour un autre lambeau de l'ancienne (et mythique ?) *Sylva pertica*, les massifs de Champrond et de Montécot, qui bordent le quart sud-est de la feuille. Il sont les reliques d'une plus vaste forêt morcelée après l'agrandissement d'une clairière par des défrichements, comme l'indique la toponymie doublement explicite de Champrond-en-Gâtine (*Campus rotundo in Gastina*, disent les cartulaires du Moyen-Âge).

Entre ces forêts, existent quelques grandes zones agricoles. Les terres limoneuses, fertiles quand elles ont été assainies, sont mises en valeur avec des cultures céréalières (blé, maïs, orge, escourgeon). Les sols sableux plus sains, mais moins fertiles en raison d'une réserve utile en eau et d'une capacité d'échange plus faible, situés en pente de surcroît, sont le domaine d'un bocage dégradé, où alternent prairies et vergers, ceux-ci en déclin.

Les sols

Il n'existe pas d'étude spécifique des sols du périmètre de la feuille, mais leurs principaux caractères sous forêt sont connus d'après le catalogue des stations forestières (Charnet, 1988) dont l'inventaire couvre l'essentiel de la carte.

Pour les sols agricoles, faute de données locales, des rapprochements s'imposent avec ceux étudiés par Favrot et Bouzigues (1975) dans l'Eure, et

surtout avec la carte des sols au 1/100 000 de Châteaudun (Isambert, 1984). La structuration de la couverture pédologique est – si l'on s'en tient à un inventaire des grands types morphogénétiques – essentiellement lithologique et topographique. L'exposé suivra donc l'ordre des principales formations, en laissant de côté les formations d'étendue marginale (LPy, CRC/c1G, CRC/c1R) et/ou affleurant dans de mauvaises conditions (j5 à c1R).

• **Sols sur limons, biefs à silex et résidu à silex.** En fait, il existe une série morphologique continue entre le résidu à silex affleurant (Rc) (rarissime au sens strict) et les limons éoliens les plus épais (LPy), de l'ordre du mètre. Sur ceux-ci, on observe des sols lessivés à pseudogley, dont les caractères hydromorphes varient selon la position topographique : peu accusés dans l'ensemble sur le sommet des interfluves étroits, ils sont plus nets sur les vastes plateaux du quart sud-est de la feuille, caractérisant des sols lessivés glossiques et nécessitant un drainage sous culture. Ils passent latéralement en rebord de plateau à des sols lessivés complexes, et sur les versants peu pentus exposés au Nord des dépressions ou petits vallons, à des sols bruns lessivés, à tendance mésotrophe ou sub-oligotrophe, plus ou moins colluviaux et peu caillouteux encore.

Sur les rebords de plateau et les versants doux exposés à l'Ouest, les biefs à silex (B-LPS) moins profonds et plus caillouteux (fragments de silex) supportent des sols à drainage interne déficient avec écoulements hypodermiques latéraux : les planosols et planosols-pseudogleys lithomorphes. Quand la transition entre la couche de limon à silex et le résidu à silex est brutale (entre 30 et 60 cm de profondeur) et le sous-tirage latéral fort (en rebord de dépression, par exemple) la morphologie peut être spectaculaire, surtout sous forêt (exemple : dans le parc Saint-Simon à La Ferté-Vidame) avec des horizons albiques typiques (couleurs du code Munsell voisines de 2,5 Y8/1 dans l'horizon E).

Quand les dépressions des plateaux et les « gouttiers » s'encaissent, l'érosion déblaie les limons à silex et fait affleurer le résidu à silex (Rc) sur les versants : le plus souvent, il s'agit d'une variante très caillouteuse du bief à silex, où la terre fine interstitielle reste limoneuse jusqu'à 40 cm de profondeur ou plus. Ces matériaux supportent des sols complexes, bruns oligotrophes et à tendance podzolique, et des types mésotrophes en exposition au nord ou à l'est, ainsi qu'en bas de versant. Le caractère planosolique y est moins net en raison de la pente et de l'accélération des écoulements.

Un trait remarquable de ce groupe de sols limoneux en surface est la constance de la micropodzolisation sous forêt, chaque fois que l'humus est du type moder ou dysmoder. Le phénomène (liseré grisâtre surmontant un horizon brun-rouge, pouvant devenir ocreux en profondeur), est visible sur une épaisseur de 5 à 20, voir 30 cm. Il s'accroît avec la charge en silex

(enrichissement corrélatif de la terre fine en sables de silex) et atteint son stade ultime sur les planosols. Tout se passe comme si l'appauvrissement du squelette en minéraux altérables dans l'horizon E, consécutif à cette altération soustractive, avait facilité un processus de cheluviation secondaire et superficiel, par les percolats fulviques produits dans les humus. Bien qu'à ce stade, ce ne soit plus un phénomène négligeable, ces sols ne sont pas considérés dans les classifications contemporaines, d'origine essentiellement agronomique (le phénomène disparaît sous culture).

Des rapprochements sont à faire avec les « sols ocre podzoliques sans horizon A2 » sur sables soufflés de la forêt de Fontainebleau (réserve de la Tillaie), nommés et décrits par A.-M. Robin (Robin et *al.*, 1983), bien que l'absence de l'horizon E ne soit pas systématique. En fait, W.L. Kubiena (1953) avait parfaitement décrit et situé ces types de sols dans sa classification naturaliste des sols d'Europe, sous l'appellation de « stesopodsolic braunerde », relevant d'une vaste sous-classe des « semi-podzols » qui regroupe les sols à caractères podzoliques imparfaits. Le terme de « planosols stesopodzoliques » ou « micropodzoliques » serait donc adapté aux cas décrits plus haut. L'énrésinement provoque une transformation du dysmoder en mor (Charnet et *al.*, 2000) et une aggravation, modérée ici par la présence d'une fraction limoneuse, de la podzolisation.

Au fond des gouttiers, on passe des planosols-pseudogley dans les têtes de dépression, avec concrétions ferro-manganiques de type « grison » abondantes dans la zone de contact entre limon à silex et résidu argileux, à des pseudogleys colluviaux en aval (colluvions CRC).

• **Sols sur Sables du Perche et colluvions polygéniques associées.**
Affleurant théoriquement dans les grandes vallées, les Sables du Perche (c1P) sont souvent masqués par les colluvions polygéniques (CRC/c1P) alimentées par le démantèlement de la surface du résidu à silex. D'une épaisseur supérieure à 1 m dans les hauts de versant longs ou sur les versants courts, ils « s'épuisent » le long des pentes jusqu'à n'être plus qu'un voile décimétrique indistinct, sablo-limoneux et à faible charge en fragments de silex. La marque essentielle des sols associés est leur grande variabilité latérale, héritée en grande partie du matériau parental ou conditionnée par lui. Sur les parties hautes, en rebord de plateau, on peut retrouver des sols lessivés acides sur des faciès qui ressemblent à une variante limono-sableuse du bief à silex.

Sur les versants pentus, comme dans la Vallée Biquet en bordure sud du massif de Senonches, des variantes sableuses à gros blocs de silex jointifs supportent des sols atypiques, où la podzolisation s'exprime sur chaque silex par une dénudation de la partie supérieure et un encroûtement brun-noir d'acides fulviques à la face inférieure. Mais ailleurs, des sols podzoliques de morphologie plus commune, parfois humiques (sommets de butte), peuvent exister. Si

le podzol vrai semble rare, il faut y voir l'effet de la pente et des fractions fines (limon, argile) provenant de la surface du résidu à silex qui, même à des taux de quelques pourcents, limitent le processus.

Dans les bas de versant, on passe à des sols bruns à tendance mésotrophe : l'existence d'une flore calcicole sur ces sols sableux est alors l'indice d'un changement de substrat encaissant (CRC/c1R). Cela peut apparaître dans la vallée de l'Eure en limite est de la feuille, et devient plus fréquent sur la feuille voisine de Courville.

Sur les Sables du Perche (c1P), la pédogenèse oscille entre brunification et podzolisation, selon la topographie. Sur les versants longs où l'érosion est forte, et notamment en exposition au sud, ce sont des sols bruns oligotrophes qui dominent. L'horizon B, de couleur rougeâtre héritée des altérations anciennes qui ont affecté le toit de la formation, rappelle l'abondance des oxyhydroxydes de fer, qui est une autre cause de limitation de la podzolisation. Dans les secteurs de pente plus faible, on observe des profils représentant tous les stades de développement, depuis le sol ocre-podzolique (contaminations limoneuses en surface), jusqu'au sol podzolique à horizon E de plus de 50 cm, voire au podzol humique sur les replats. Les phénomènes d'érosion en masse expliquent l'existence en bas de pente de profils complexes et/ou polyphasés (sols superposés).

Dans le thalweg des vallons obséquents creusés dans les sables (exemple : Val de Lépart, au sud du massif de la Ferté-Vidame) les colluvions (CRC) sont directement alimentés par des suintements provenant du plateau forestier. Les sols sont sablo-limoneux ou limono-sableux, para-tourbeux (débris de sphaignes mêlés au squelette minéral dans un horizon A épais), et oligotrophes. Le lit canalise des eaux très ferrugineuses, avec des irisations de surface dues aux humates de fer. Localement (vallée Biquet), existent de véritables tourbières (T).

• **Sols des terrasses et des vallées alluviales.** Les terrasses reconnues des grandes vallées alluviales (Fx-y, Fw) supportent des sols bruns lessivés ou des sols lessivés, de texture limono-sableuse en surface et à silex émoussés, à hydromorphie temporaire profonde. Quand les alluvions anciennes sont masquées par des colluvions de type CRC/Fx-y, les sols sont en général moins évolués.

Dans le thalweg des vallées principales, les alluvions modernes (Fz) de texture plus fine (limono-argileuse ou limono-sableuse) sont le domaine des sols hydromorphes, gleys ou semi-gleys selon la profondeur moyenne de rabattement de la nappe permanente, mésotrophes à eutrophes (pH de l'horizon A entre 6 et 7).

Végétation

Les prairies du Perche n'ont pas fait l'objet d'étude phytosociologique détaillée. À défaut, la thèse de D. Allard (1990) sur les formations herbacées de Normandie peut servir de repère. Sur les groupements forestiers et leur déterminisme écologique, la thèse de G. Lemée (1937), qui s'intéresse surtout aux forêts plus occidentales de la cuesta, reste un travail de référence malgré des conceptions syntaxonomiques vieillies. Le catalogue des stations du Perche (Charnet, 1988) renseigne sur les associations forestières et leurs relations avec les sols. Enfin plus récemment, des études ponctuelles d'inventaire floristique ont été faites sur des milieux rares, dans une perspective conservatoire.

L'association forestière climacique qui domine sur les sols acides des plateaux (LP, B-LPS, Rc) et CRC/c1P, c1P) est la hêtraie-chênaie subatlantique à houx (*Fago-Quercetum*). Son cortège est pauvre, particulièrement en espèces herbacées, à cause de la densité du couvert plus ombrageant que celui de la chênaie ligérienne, association vicariante sur les sols analogues du Perche vendômois. Cet effet est du reste renforcé par la sylviculture pratiquée en forêt domaniale. On peut toutefois y distinguer plusieurs sous-associations correspondant à des variantes trophiques : hyper-acidiphile à *Leucobryum glaucum* et *Calluna vulgaris* sur sols à tendance podzolique et dysmoder, typique à *Deschampsia flexuosa* et *Carex pilulifera*, méso-acidophile à *Millium effusum*, *Oxalis acetosella*, *Holcus mollis*, *Atrichum undulatum*, sur sols suboligotrophes à mésotrophes de versants courts et bas de pente,... le tout à côté d'un fond commun d'espèces acidiphiles banales (*Pteridium aquilinum*, *Hypericum pulchrum*, *Polytrichum formosum*).

Dans les dépressions de type gouttier (pseudogleys colluviaux) et certains bas de versant, apparaît un groupement à la physionomie très typée : la chênaie pédonculée-charmaie à houlque molle, où cette graminée stolonifère forme un gazon plus ou moins fourni selon la densité du sous-étage. Un lot d'espèces acidiclinales ou neutro-nitroclinales indique un sol hydromorphe à tendance mésotrophe : *Stellaria holostea*, *Poa nemoralis*, *Luzula pilosa*, *Polygonum multiflorum*, *Festuca heterophylla* ; G. Lemée a décrit dans sa thèse un *Querceto-Holcetum mollis* qui englobe ces groupements.

Les associations spécialisées des suintements et sources oligotrophes sur sol para-tourbeux sont du type Aulnaie-Boulaie à molinie et sphaignes. La flore des tourbières a fait l'objet de recensements spécifiques (Pereira, 1997).

À l'est de la faille de Senonches, le creusement de ces petits vallons dans un substrat encaissant calcaire est marqué localement par des pertes, mais aussi par la flore calcicole qui apparaît sur ces sols colluviaux eutrophes à

calciques : ces chênaies-charmaies à jacinthe appartiennent à l'association de l'*Endymio-Carpinetum*.

Enfin, dans les vallées alluviales, on retrouve les forêts ripicoles classiques des gleys eutrophes, les aulnaies-frênaies à grands carex, pouvant passer transversalement à des chênaies-frênaies.

Du point de vue phytogéographique (Bourmerias et Lavergne, 1973), la dominance de l'élément subatlantique et la rareté des espèces atlantiques va de pair avec la représentation d'un cortège circumboréal réduit mais significatif (*Betula pubescens* sur stations humides, *Sorbus aucuparia*, *Vaccinium myrtillus*) alors que l'élément médioeuropéen reste logiquement effacé (*Tillia cordata*, *Oxalis acetosella*). Par rapport aux forêts plus occidentales du Perche ornais (voir feuille de Mortagne), la transition graduelle, bien décrite par P. Pédélaborde (1957), du climat neustrien vers le climat ligérien, se traduit par une raréfaction nette de la myrtille (qui devient erratique dans les forêts de Senonches et Montécot) et de la grande Luzule (*Luzula sylvatica*), qui sont considérées dans l'étage collinéen comme des espèces sub-montagnardes.

Histoire forestière

Les grands traits de l'histoire forestière de cette partie du Perche ne se démarquent pas de ceux qui distinguent les autres forêts de la région physique (Musset, 1919). Contrairement aux forêts du Haut Perche situées dans l'Orne (de Trégomain, 1893), les terres de la feuille La Loupe n'appartenaient pas toutes à la Province du Perche, et moins encore à l'ancien comté du même nom réuni à la couronne au 13^e siècle et plusieurs fois apanagé. Les recherches érudites de O. de Romanet (1890-1902) ont sur ce point rectifié les confusions qui déparent parfois les textes historiques les plus connus. Ainsi, Senonches était une châellenie de la baronnie du Thymerais, qui fut avec Brézolles érigée en comté en 1734. La Ferté (anciennement La Ferté-Ernault) a appartenu aux vidames de Chartres jusqu'au 17^e siècle. Le fief de Champrond était lui aussi vassal de Châteauneuf, qui formait alors ce qu'on appelle dans certains textes les Terres-Françaises ou Terres-Démembrées. On retrouve donc, au gré des changements de mouvance ou d'inféodation, des dons ou des successions, une histoire foncière complexe, dont les conséquences forestières ne sont pas connues dans le détail et sont peut-être négligeables au regard de l'influence des contraintes sociales ou économiques locales.

Au Moyen-Âge, la formation des grands massifs forestiers est déjà acquise, même si leurs limites continueront d'évoluer, comme celles de la forêt de Champrond qui perdit encore plusieurs centaines d'hectares au 17^e siècle, par défrichement ou pâturage, créant des trouées comme la Plaine-des-Ventes (Claise, 1972). Les communautés ecclésiastiques possédaient alors de nombreux bois : les Bénédictins de Tours (Bois-l'Abbé, massif de

Senonches), Fontevristes à Belhomert, moines de Saint-Denis de Nogent à Champrond. La mise en place progressive des sergenteries – que celles-ci relèvent d'intendants privés (forêts seigneuriales) ou des maîtrises royales (qui avaient d'ailleurs droit de contrôle dans les autres forêts, même privées) – ne parvint pas à supprimer les abus des droits d'usage, ce qui explique l'état lamentable des forêts à l'époque de Mazarin.

La grande réformation entreprise sous Colbert de 1661 à 1680 (Devèze, 1962) fut confiée dans le Perche au commissaire réformateur Barillon d'Amoncourt en 1664, mais en fait, c'est son délégué Jean Le Féron qui s'occupa des inventaires et des directives de restauration des forêts percheronnes. La Grande forêt de Champrond, par exemple, jadis réputée pour ses bois de futaie utilisés par la marine et par les architectes anglais (entre autres, pour la construction de Londres), avait beaucoup pâti des ventes faites par Henri IV, qui en avait hérité en 1572 après la mort de Jeanne d'Albret. Le Féron rembourse au Vicomte de Meaux le triage de Montécot, qui représentait près de 1 000 ha, et le réunit à la couronne. Il met en place l'administration forestière locale. Comme conséquence de l'ordonnance de Saint-Germain-en-Laye sur l'organisation des forêts du royaume prise le 13 août 1669, les maîtrises de Champrond et de Châteauneuf qui dépendaient de la Grande maîtrise de Paris, sont ramenées à l'état de simples grueries relevant de la maîtrise de Dreux.

Parmi les droits d'usage anciens qui compromettaient le plus les régénérations, le pacage des animaux vient en bonne place. En 1798 encore, il fallut réduire le nombre des chevaux débardeurs – ils avaient été jusqu'à 1500 ! – en libre circulation dans la forêt de Senonches.

C'est toutefois durant la révolution que les bois souffrirent de l'anarchie. À cette époque la forêt de La Ferté-Vidame fut ruinée, le domaine ayant été mis en adjudication en 1798 après sa confiscation à la duchesse d'Orléans, qui en avait hérité du duc de Penthièvre, éphémère propriétaire du domaine après la maison de Saint-Simon (de 1635 à 1755) et le marquis de Laborde (de 1766 à 1784). L'acquéreur, un certain Jean Cardot-Villiers, agent de change à Paris, fit en effet démolir le château et fit procéder à des coupes extraordinaires. En 1814, la famille d'Orléans put récupérer le domaine, en application de la loi sur la restitution des biens aux émigrés, et une période de reconstruction put commencer. Celle-ci ne fut pas assez longue pour que la forêt en profite vraiment, d'autant que pesait sur ce massif, comme sur d'autres, les prélèvements de l'industrie métallurgique, encore active au début du 19^e siècle, bien que déjà en déclin.

On connaît bien cette industrie grâce aux travaux de F. Dornic (1963) et l'enquête sur l'état des forges normandes commandée par le ministère de l'intérieur en 1811, et analysée par G. Richard (1969). Les plus gros

établissements, Longny-sur-la-Jambée, Le Moulin-Renault sur la Corbionne près du château de Saussay, Boussard à Senonches enfin, consommaient du charbon de bois (à raison de 40 à 60 quintaux par tonne de fer) qui provenait des forêts avoisinantes ; les maîtres de forges se plaignaient d'une raréfaction et d'un renchérissement de cette ressource, suite aux besoins croissants en bois de chauffage des grandes villes comme Chartres ou Paris. L'aménagement de la forêt de Senonches pour la période 1781-1810 crée une série spéciale de 665 ha de taillis simple pour satisfaire ces besoins. Chaque année, des coupes de taillis ou des produits d'éclaircie sont carbonisés, pour alimenter le fourneau de Boussard (Merlet, 1850).

Jusqu'à cette époque, les abus de droits d'usage, les besoins en bois de feu et en charbon de bois, allaient dans le sens d'une substitution des essences nobles (chêne, hêtre) par des bois blancs (bouleau, tremble, tilleul) et d'une raréfaction des futaies, que seul l'intérêt pour la chasse dans les forêts seigneuriales et royales (institution des « foresta », puis des « garennes ») contrariait. En revanche la sylviculture a été longtemps rudimentaire, et trop souvent les arbres sont récoltés au gré des besoins : chêne pour les charpentes, les merrains (et accessoirement l'écorce à tan), hêtre pour la fabrication de sabots (artisanat florissant qui décline subitement à la fin du siècle dernier).

Les grands massifs privés étaient le domaine de la chasse à courre : dans les quelques pages de ses mémoires qu'il consacre à son séjour à Tardais, le baron de Dordot (1947) évoque « la douceur de vivre » de ces années d'avant-guerre. C'est aussi l'époque des ventes de propriétés, des acquisitions spéculatives et de la ruine de certaines forêts. Près de 100 ans après le vandalisme des « bandes noires », le parc de La Ferté en souffre encore, un des acquéreurs successifs ayant concédé des coupes massives (de tout arbre ayant plus de 0,70 m de tour à 1,30 m !) à des marchands de bois pour rentrer dans ses frais. Suite à une plainte, la direction générale des Eaux-et-Forêts diligente en juin 1914 à son inspection locale un état des lieux, et qualifie l'opération en délit de coupe abusive, sans succès. Les vides sont envahis par les bois blancs (bouleaux, tilleuls), encore abondants aujourd'hui dans le parc.

Les premières introductions de résineux remontent au 19^e siècle, (Dureau de la Malle, 1823) surtout sur les sols sableux : pins sylvestres, pins maritimes et pins laricio, sapins. L'énrésinement restera marginal dans cette partie du Perche, si l'on excepte les plantations de douglas (*Pseudotsuga mensiezii*) faites depuis une quinzaine d'années par la société forestière de la Caisse des dépôts dans le massif de la Ferté-Vidame, en bordure nord-ouest de la feuille. En forêt domaniale de Senonches, l'énrésinement a été utilisé pour le reboisement d'une partie des parcelles détruites par les bombardements de 1944 (*Abies grandis*, *Abies alba*, *Pseudotsuga mensiezii*) et la mise en valeur des sols sableux de la lisière sud du massif avec des pins sylvestres.

Dans les forêts de l'État, l'aménagiste s'efforce depuis plus d'un siècle et demi de tirer le meilleur parti des potentialités du chêne en reconstituant des couverts de futaie où le hêtre – sans marché organisé dans la région Est – est éventuellement maintenu en sous-étage dans un but cultural. À Senonches et à Montécot, la conversion d'une partie du taillis sous-futaie en futaie pleine a été engagée dès l'ordonnance royale de 1828, soit pour la première fois en France. La conversion totale est donnée comme objectif trente ans plus tard, tant à Senonches (aménagement de 1858-1876) qu'à Montécot (aménagement de 1860), où devant les difficultés de la régénération naturelle, l'aménagiste sera obligé de revenir en arrière en 1891. Du fait des difficultés rencontrées, l'objectif de conversion globale dans ces forêts domaniales n'est toujours pas atteint, malgré de nombreux regarnis. À Montécot, cette transformation s'est accompagnée par un retour spontané du hêtre dans les peuplements. Dans le cadre de l'application de la directive européenne sur les habitats (dite Natura 2000), une Réserve biologique dirigée va être installée sur 220 ha en Forêt domaniale de Senonches, une sylviculture extensive devant assurer la restauration de la hêtraie-chênaie à houx, considérée comme le « climax » local.

En forêt privée, l'organisation est plus récente (le syndicat des propriétaires forestiers d'Eure-et-Loir est créé en 1910) et limitée à un faible nombre de propriétaires, ce qui a freiné le développement technique, alors que le morcellement foncier est à un niveau non rédhibitoire. La mise en place récente, en 1971, d'une structure comme le Centre régional de la propriété forestière pour l'encadrement de la gestion, et les actions de terrain d'un groupement de vulgarisation comme le GVF-28 à Chartres, soutiennent une amélioration sensible de la technicité en forêt privée. La conversion des taillis sous futaie en futaie, par balivage intensif ou éclaircies, est une des opérations les plus encouragées dans cette région, où la production de chêne de tranchage reste un objectif prioritaire, compte tenu des potentialités des stations.

RESSOURCES EN EAU

Cycle hydrogéologique

La région couverte par la carte est soumise à un climat océanique, humide et tempéré : la moyenne interannuelle des hauteurs de pluies qui tombent sur cette région est comprise entre 700 et 750 mm. Le cycle hydrologique se répartit ainsi :

- **Octobre à mars** : correspond à la période d'alimentation, pendant laquelle la pluviométrie (Longny-au-Perche : 410 mm) représente 55 % de la pluviométrie annuelle (Longny-au-Perche : 745 mm). L'évapotranspiration étant minimale, la pluie utile (Longny-au-Perche : 215 mm), par ruissellement pour

les eaux de surface ou par infiltration pour les différents aquifères, représente 50 à 55 % de la pluviométrie de cette période.

Les pluies de septembre à octobre permettent de reconstituer les réserves en eau du sol. Pour les nappes peu ou moyennement profondes, la remontée des niveaux d'eau souterraine ne devient perceptible qu'à partir de la mi-octobre, dans la mesure où la pluviométrie est régulière. Pour les nappes captives en revanche, le décalage dans le temps est plus important, de un à deux, voir trois mois (de novembre à janvier).

Lorsque ces pluies d'automne sont rares, la phase principale de reconstitution des réserves du sol et la phase de début d'alimentation sont absentes. Pour les nappes peu ou moyennement profondes, les conséquences sont les suivantes :

- si la période d'hiver est également déficitaire, l'alimentation des aquifères va être nulle ; il sera nécessaire d'attendre la période automnale suivante pour savoir si la sécheresse va se poursuivre ou non ;
- si la période d'hiver connaît une pluviométrie normale, l'alimentation des aquifères va se produire, mais sur une période très courte et avec une remontée des niveaux assez faible ;
- si la période d'hiver connaît une pluviométrie importante, l'alimentation des aquifères se fera sur une période très courte, avec une forte remontée des niveaux. De plus, le ruissellement sera important sur les sols non saturés, ce qui va engendrer des crues qui peuvent être significatives et fortes, comme ce fut le cas en 1995.

• **Avril à septembre** : correspond à une période de tarissement, puisque l'évaporation y sera généralement supérieure à la pluviométrie. Il ne se produit plus d'infiltration, sauf cas exceptionnel (orages), et les niveaux d'eau souterraine vont décroître jusqu'à l'été de début d'automne.

Aquifères

Les aquifères rencontrés et exploités sur la région sont peu nombreux. Néanmoins, de bas en haut de la série géologique se rencontrent des aquifères correspondant aux formations suivantes :

JURASSIQUE SUPÉRIEUR

• **Calcaire à astartes (Oxfordien supérieur)**. Non affleurante, cette formation est constituée par des alternances de marnes, d'argiles, de silts et de calcaires sublithographiques, cette formation n'a à priori, aucune vocation à être un réservoir intéressant en eau souterraine.

Néanmoins, la présence d'horizons à sables et graviers ou de calcaires fracturés, intercalés entre des niveaux argilo-marneux, peut engendrer un comportement hydrogéologique non négligeable, notamment lorsque l'épaisseur de la formation dépasse la dizaine de mètres. L'alimentation se fait principalement par une drainance verticale au travers des couches cénomaniennes, en liaison avec la tectonique et par une surface de contact importante. Sur cette feuille, cette configuration n'a pas été constatée, ni recherchée.

• **Sables et grès de l'Ormoie (Oxfordien supérieur ou Kimméridgien).**
Cette formation affleure dans l'angle sud-ouest de la feuille et devient captive vers l'Est, sous la Glauconie à pycnodontes et la Craie glauconieuse du Cénomaniens inférieur.

Les capacités productives de cet aquifère n'ont jamais été testées réellement, sans doute du fait de son extension limitée et probablement aussi par une méconnaissance de son faciès.

FORMATIONS CÉNOMANIENNES

Sur cette feuille, le Cénomaniens crayeux ou sableux, est le seul aquifère exploité pour l'alimentation en eau publique. Il faut noter la facilité d'exploitation de cet aquifère, notamment par l'intermédiaire de sources pérennes dont les débits ont souvent été supérieurs à la demande. Ceci s'explique par l'importance des affleurements et de la présence de grandes fracturations, qui jouent un rôle non négligeable dans l'écoulement des eaux souterraines.

La **faille de l'Eure** joue le rôle de ligne de partage des eaux entre les bassins de la Seine et de la Loire, en concomitance avec les failles de Senonches et de la Loupe :

– au Nord, dans le compartiment situé entre la faille de l'Eure (au sud) et la faille de Senonches (au nord), l'écoulement des eaux souterraines est conditionné par la topographie ; ces eaux s'écoulant soit vers le Sud ou le Sud-Ouest, soit vers le Nord ou le Nord-Est. Cette situation détermine de faibles productivités, surtout pour l'aquifère crayeux du secteur de Marchainville ;

– au Sud et à l'Ouest de ces failles, les eaux souterraines s'écoulent vers la vallée de l'Huisne, dont l'orientation est elle aussi conditionnée par la faille de Bellême et celle de la vallée de la Corbionne. De ce fait, la vallée de l'Huisne sert d'axe drainant aux différents aquifères s'écoulant vers le Sud, ce qui lui confère un rôle privilégié en terme de productivité. Cette configuration permet d'obtenir un comportement identique (en termes de circulation et de production), sur les aquifères sableux ou calcaires sous-jacents du Jurassique, au Sud de Remalard (feuille de Nogent-le-Rotrou) ;

– en faciès crayeux, la présence de fractures plus ou moins karstifiées (Rodet, 1993), est favorable à l'infiltration, à la circulation des eaux et à la constitution de grands réservoirs ; mais en contrepartie, cette fracturation entraîne une grande vulnérabilité pour la ressource en eau.

• ***Craie cénomaniennne (Craie glauconieuse – Craie de Rouen).***

L'aquifère crayeux n'est pas très sollicité pour l'alimentation en eau, en raison de l'importance des recouvrements et de la présence de nombreuses sources, dont certaines avaient un débit suffisant permettant de répondre aux besoins. Les principaux points d'alimentation en eau publique sont les suivants :

– **SIAEP de Boissy-Maugis (61).** Source de La Chaloudière (253-5-13), sur la commune de Boissy-Maugis, débit de 1 m³/h, avec une bonne qualité d'eau.

– **Commune de Dorceau (61).** Forage du Château d'eau (253-5-8), débit de 20 m³/h, avec une bonne qualité d'eau.

– **SIAEP de Longny-au-Perche (61).** Forage de La Cucuyère (253-5-11) sur la commune du Mage, débit de 80 m³/h, avec une bonne qualité d'eau. Il s'agit du meilleur ouvrage de l'aquifère crayeux, implanté dans la haute vallée de la Corbionne, captant la craie de Rouen puis la craie glauconieuse (50 m d'épaisseur au total), sous 15 m de Sables du Perche, dont 10 m environ d'argile sableuse, ce qui génère un aquifère captif ainsi qu'une bonne protection vis-à-vis d'éventuelles pollutions de surface.

– **SIAEP de Marchainville (61).** Forage de la Butte aux Frileux (253-2-?) sur la commune de Marchainville, débit de 15 m³/h, avec une bonne qualité d'eau. Non déclaré à la BSS, situé dans la station de pompage, à proximité et en remplacement de l'ancien puits de production (253-2-2).

– **Commune de Moutiers-au-Perche (61).** Source de Launay (253-6-2), débit de 20 m³/h (non vérifié), avec des teneurs en nitrates et pesticides organo-azotés proches de la Concentration maximale admissible.

• ***Sables du Perche (Cénomanienn supérieur).*** De par leur nature, ils constituent un aquifère important qui se révèle être le plus exploité pour l'alimentation en eau publique. Cette formation forme l'ossature des plateaux de la partie orientale de la feuille où ils sont surmontés par le Résidu à silex, assurant de ce fait une bonne protection pour les eaux souterraines. Ces sables recèlent des eaux auxquelles certaines vertus sont attribuées, comme la source de l'Abbaye de La Trappe (feuille l'Aigle) ou d'autres sources moins connues. Toutes les sources correspondent à des sources d'affleurement, situées à la base des sables, au contact de la craie, et un grand nombre d'entre elles ont été captées pour l'alimentation en eau publique.

La **faille de l'Eure** joue un rôle important dans l'alimentation et la circulation des eaux souterraines contenues dans ces Sables du Perche. Deux unités hydrogéologiques se trouvent bien individualisées :

- la première se situe entre Marchainville – Moulicent et Longny-au-Perche, en liaison avec le fossé de Longny, dont la bordure est sert d'axe conducteur aux eaux souterraines. C'est sur cet axe que vient d'être réalisé un forage d'essai (253-1-27), au lieu-dit Le Pré-Beauvais (commune de Longny), avec un débit de production de 150 m³/h et une eau de bonne qualité, ce qui entraînera la réalisation d'un ouvrage de production ;
- la seconde se situe entre la vallée de l'Eure (de Neuilly-sur-Eure à Fontaine-Simon) au Nord, et le lieu-dit La Rangée près de La Loupe – Saint-Éliph au Sud. L'épaisseur importante des sables (50 à 70 m) alliée à une vaste superficie, permet d'obtenir un réservoir de grande amplitude (*cf.* carte piézométrique (fig. 6)), concrétisé par des ouvrages de très bonne productivité (> 50 voire 100 m³/h), comme ceux de Neuilly-sur-Eure (253-2-11), du Pas-Saint-L'Homer (253-7-12), de Bretoncelles (253-7-10), de Senonches (253-4-5, 253-4-7 et 253-4-37) ou de La Loupe (253-8-1 et 253-8-3).

Alimentation en eau potable

Les points d'alimentation en eau publique sont nombreux :

- **Commune de L'Hôme-Chamondot (61)**. Puits de La Motte (253-1-17), débit de 2 m³/h, avec une bonne qualité d'eau.
- **SIAEP de Longny-au-Perche (61)**. Source de Launay-Ferré (253-1-?) sur la commune de Longny-au-Perche, débit non connu. Ouvrage remis en service du fait de l'arrêt définitif du forage situé à proximité (253-1-7) pour cause d'ensablement, avant la réalisation d'un nouvel ouvrage au Pré-Beauvais (253-1-27).
- **SIAEP de Moulicent - Malétable (61)**. Forage des Forges (253-1-18), sur la commune de Moulicent, débit < 20 m³/h. Il s'agit d'un forage d'essai qui n'a pas été transformé en ouvrage de production et qui ne bénéficie pas non plus d'une infrastructure adéquate. Ayant rempli sa mission, il devrait être remplacé par le nouveau forage du Pré-Beauvais (253-1-27) à Longny-au-Perche.
- **Commune de Neuilly-sur-Eure (61)**. Forage du Plessis (253-2-11), débit de 60 m³/h, avec une bonne qualité d'eau. Son infrastructure étant défectueuse et mal adaptée, cet ouvrage devrait être remplacé, sur site, par un nouveau forage de la même qualité que celui de La Repesserie au Pas-de-L'Homer (253-7-12).
- . Puits de L'Écottay (253-3-8), débit < 10 m³/h, avec une mauvaise qualité bactériologique de l'eau. Son faible débit ainsi que la mauvaise qualité de l'eau vont entraîner son abandon lorsque le nouveau forage du Plessis sera réalisé.

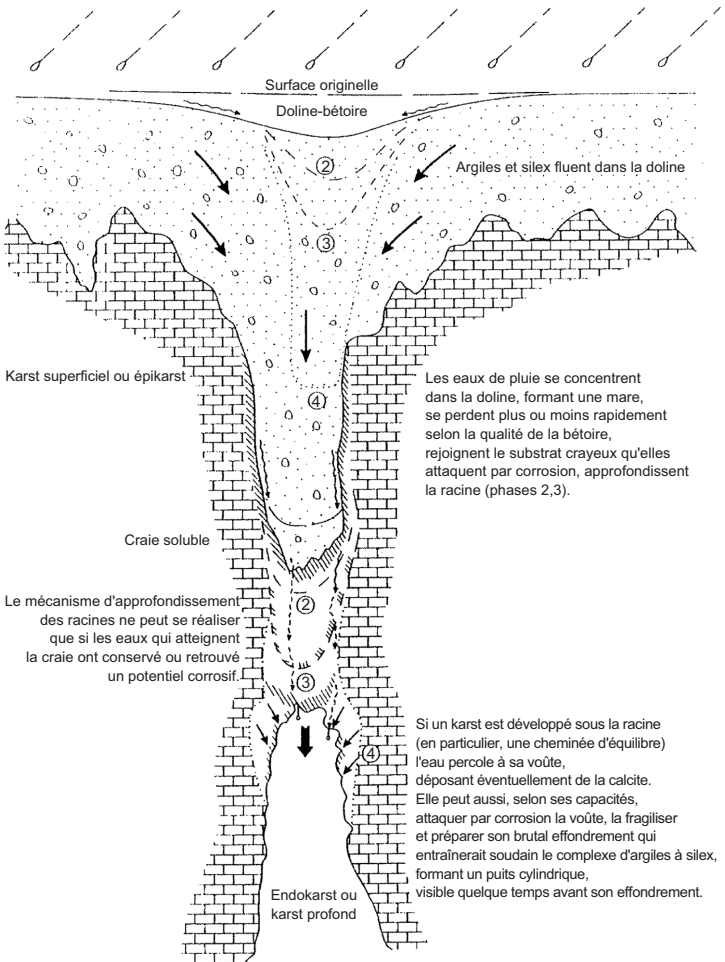


Fig. 6 - Modèle d'évolution du karst de la craie (Rodet, 1986)

– **SIAEP du Pas-Saint-L’Homer (61)**. Forage du Perruchet (253-7-10) sur la commune de Bretoncelles, débit de 50 m³/h, et une bonne qualité d’eau, mais ferrugineuse, ce qui nécessite un traitement. L’arrêté préfectoral des périmètres de protection a été établi en juillet 2000.

. Forage de La Repesserie (253-7-12), sur la commune du Pas-Saint-L’Homer, débit potentiel de 125 m³/h pour un débit de production actuel de 40 m³/h, et une bonne qualité d’eau, mais ferrugineuse ce qui nécessite un traitement. L’arrêté préfectoral des périmètres de protection a été établi en juillet 2000.

– **Commune de Rémalard (61)**. Source de la Lunandière (253-5-14), débit de 15 m³/h, avec une bonne qualité d’eau. La pérennité du débit n’est pas assuré en période de sécheresse prononcée.

. Puits de la Lunandière (253-5-22), débit de 15 m³/h, avec une bonne qualité d’eau. Cet ouvrage a été réalisé juste à côté de la source, afin de remédier au problème de la pérennité du débit de celle-ci en période de sécheresse prononcée. Captant la même formation, en situation d’affleurement, et sur une unité hydrogéologique qui ne peut fournir plus de débit que celui prélevé à la source, cet ouvrage n’a aucune utilité.

Ces deux ouvrages devraient être remplacés, à plus ou moins long terme, par un forage situé dans la vallée de l’Huisne, au lieu-dit Le Grand Rhay (253-5-18), qui capte la craie glauconieuse, avec un débit potentiel de 60 m³/h et une bonne qualité d’eau.

– **Commune de Manou (28)**. Source des Crabassinières (253-3-2031), débit de 10 m³/h, peu vulnérable avec une bonne qualité d’eau. Le débit de production peut être augmenté, sous réserve d’essais complémentaires.

– **SIDEP du Val-Saint-Cyr (28)**. Captage du Château d’eau (253-3-2033), sur le territoire de la commune des Ressuintes, débit de production actuelle de 45 m³/h, peu vulnérable avec une bonne qualité d’eau. Le débit de production peut être augmenté, ayant été testé à 150 m³/h.

. Forage F1 (253-4-5), sur le territoire de la commune de Senonches, débit de production actuelle de 44 m³/h, peu vulnérable avec une bonne qualité d’eau. Le débit de production peut être augmenté, ayant été testé à 125 m³/h.

. Forage F2 (253-4-7), sur le territoire de la commune de Senonches, débit de production actuelle de 115 m³/h, peu vulnérable avec une bonne qualité d’eau.

. Forage F3 (253-4-37), sur le territoire de la commune de Senonches, débit de production actuelle de 120 m³/h, peu vulnérable avec une bonne qualité d’eau.

– **Commune de Fontaine-Simon (28)**. Puits de La Bécane (253-7-2001), débit de 26 m³/h, très vulnérable avec des variations importantes de qualité d’eau. L’abandon de cet ouvrage est envisagé, malgré un débit de production intéressant, testé à 140 m³/h.

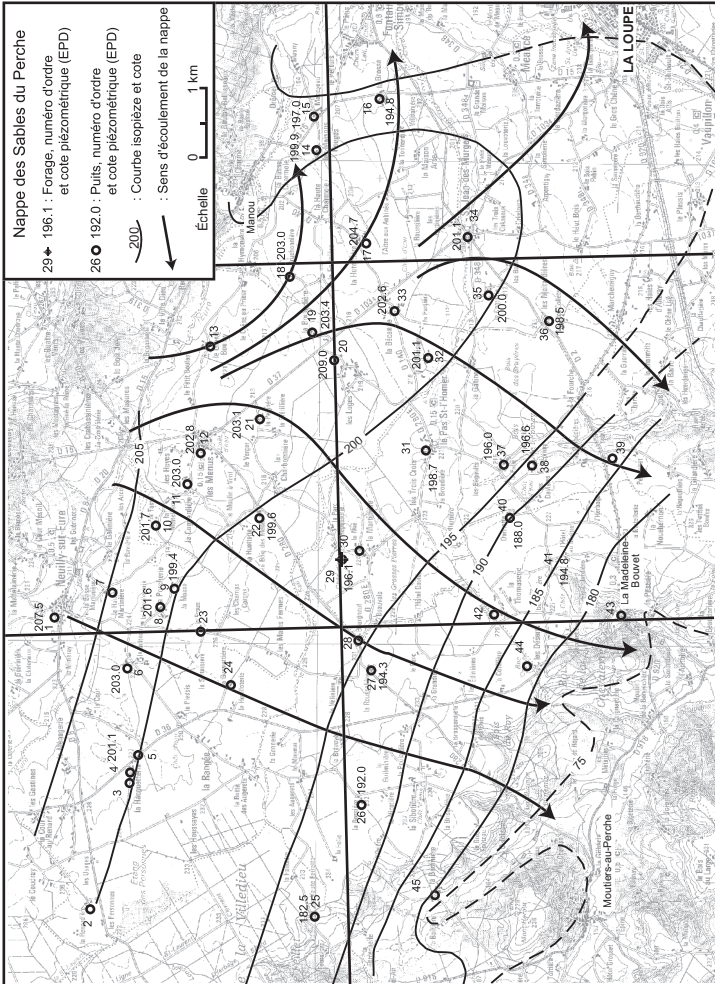


Fig. 7 - Carte piézométrique de la nappe des Sables du Perche

– **Commune de La Loupe (28)**. Forage AEP 2 (253-8-1), débit de 100 m³/h, vulnérable avec cependant une qualité d'eau acceptable, le taux de nitrates étant supérieur à 20 mg/l.

. Forage AEP-3 (253-8-3), débit de 130 m³/h, vulnérable avec cependant une qualité d'eau acceptable, le taux de nitrates étant supérieur à 20 mg/l.

– **Commune de Saint-Éliph (28)**. Forage des Pavillons (253-8-15), débit actuel de production de 14 m³/h, peu vulnérable avec une qualité d'eau acceptable, le taux de nitrates étant supérieur à 30 mg/l. Son débit de production peut être sensiblement augmenté (20 m³/h).

– **SIAEP de Belhomert - Guehouville (28)**. Forage de La Massoterie (253-8-15), débit actuel de production de 20 m³/h, peu vulnérable avec une qualité d'eau acceptable, le taux de nitrates étant supérieur à 30 mg/l. Son débit de production peut être sensiblement augmenté (35 m³/h).

• **La Craie du Turonien**. Cette craie marneuse, peu présente sur cette feuille, est profondément karstifiée à proximité de la faille de Senonches. Elle n'a pas fait l'objet d'exploitation pour l'alimentation en eau publique.

RISQUES NATURELS

Ce sont les vides souterrains, naturels ou artificiels, qui constituent l'essentiel des risques naturels pouvant affecter la région de La Loupe. Mais les risques sismiques de faible intensité ne sont pas négligeables.

Cavités naturelles

Elles correspondent au réseau karstique de la craie (fig. 7). Certains karsts, dits endokarsts, sont actifs, d'autres sont colmatés par des argiles (Rodet, 1993). Les points de connexion avec la surface sont des points privilégiés d'infiltration des eaux appelés ici « bétoires ». Celles-ci, de forme circulaire, sont bien connues dans la région, et s'ouvrent souvent à travers les Sables du Perche.

Les deux types de cavités artificielles

• **Carrières souterraines**. Creusées dans la craie, elles ont été la plupart du temps réutilisées par des champignonnistes qui les ont entretenues. C'est encore le cas vers Pontillon, au Nord de Rémalard, où reste une champignonnière en activité. Quand elles sont abandonnées, ces galeries ont tendance à se dégrader. Les carrières creusées dans la craie glauconieuse sont généralement plus stables car le hard-ground « Rouen n° 1 » (Juignet, 1974), qui a servi de ciel à l'exploitation, est très résistant. C'est le cas à La Mansonnière sur la commune de Bellou-sur-Huisne, où par ailleurs, on peut

observer un magnifique réseau karstique ; c'est le plus dense qui ait été mis en évidence dans la craie du bassin de Paris (Rodet, 1996). Parfois cependant, le ciel de la cavité est situé sous le hard-ground, qui est irrégulier et qui constitue alors une surface de décollement privilégiée. Ces carrières ont été exploitées selon la méthode dite des chambres et piliers, avec des piliers longs, et la stabilité est généralement correcte.

Dans la Craie de Rouen, l'état général des carrières est moins bon et les effondrements sont fréquents. Les excavations sont peu profondes, la qualité de la roche est moins bonne, le ciel est moins résistant et l'épaisseur de recouvrement est souvent faible (2 à 3 m). Des fissures récentes de décompression apparaissent par endroits et soulignent la dangerosité des lieux, comme par exemple à Maisoncelle sur la commune de Boissy-Maugis.

• **Marnières.** Elles existent en grand nombre dans la craie de Rouen, dans la vallée de l'Huisne et dans celles de ses affluents, sur les communes de Bellou-sur-Huine en rive droite, de Boissy-Maugis, de Rémalard et de Dorceau en rive gauche. C'est la même craie qui a été exploitée à Marchainville en amont de la vallée de l'Eure et sur le plateau crayeux au Sud-Est de Bretoncelles. Les « marnierons » ont aussi exploité la craie turonienne dans le fossé de Longny, sur les communes de Longny-au-Perche et de Moulicent, ainsi qu'au Nord de la faille de Senonches, sur les communes de Senonches et de La Framboisière.

Les marnières, innombrables, réapparaissent souvent lors des épisodes pluvieux. Il est fréquent que les puits, autrefois colmatés en fin d'exploitation par des madriers et des branchages, puis par un remblai de tout-venant, se purgent brusquement. La plupart du temps, c'est parce que le bois qui a servi à armer le colmatage s'est putréfié, et l'effondrement laisse alors apparaître un puits circulaire. L'emplacement des marnières, qui peuvent être très anciennes, a souvent été oublié. Dans la majorité des cas, les risques sont circonscrits au diamètre de l'œil, qui peut atteindre 2 à 3 m au maximum, et concernent surtout les zones agricoles. Parfois cependant, ce sont les cavités elles-mêmes qui s'effondrent lors du passage d'engins lourds. Lorsque les cavités passent sous les chaussées, on a pu observer que généralement, les effondrements ne se produisaient pas directement sous la chaussée, tenue par le bitume, mais à ses abords immédiats.

L'intensité de l'exploitation de la marne, de type semi-industriel au Nord de Senonches, laisse présager des tassements qui pourraient avoir de lourdes conséquences. Dans ce secteur, la réalisation d'aménagements doit être précédée d'études précises.

Lors des épisodes pluvieux, des glissements de terrain peuvent également affecter certains versants, déjà recouverts la plupart du temps de

formations solifluées. Lorsque ces formations sont très argileuses les désordres peuvent être importants.

Sismicité

Un tremblement de terre a provoqué, dans la nuit du 15 au 16 mars 1820, l'effondrement de l'église de Marchainville (Archives de l'Orne). Cette commune est située à proximité de la faille de l'Eure, qui a donc fait preuve, relativement récemment, d'une certaine activité. Il existe d'autres indices de néotectonique dans la région qui peut donc être affectée par des secousses sismiques.

SUBSTANCES UTILES, CARRIÈRES

De nombreuses cavités souterraines ont été creusées dans la craie. Certaines étaient destinées à l'extraction de pierres à bâtir qui ont été utilisées dans la région pour la construction des demeures bourgeoises, notamment des manoirs et des édifices religieux. Usuellement, il semble que ce soit plutôt la craie glauconieuse qui ait été exploitée. En revanche la « marne » qui a servi à amender les sols, a plutôt été tirée de la Craie de Rouen et bien entendu de la craie marneuse turonienne, qui affleure dans le fossé de Longny, et que l'on rencontre à faible profondeur sous le limon dans la plaine de Saint-Jean-des-Murgers – La Loupe, mais aussi au Nord de Senonches.

Craie et carrières de pierre à bâtir

Plusieurs carrières souterraines ont été ouvertes dans la craie cénomane pour l'exploitation de la pierre à bâtir. La craie glauconieuse a été exploitée sur deux niveaux selon la technique des chambres et piliers à la carrière de La Mansonnière à Bellou-sur-Huisne, qui couvre de 1,5 hectare. Un ancien four à chaux existe à proximité. Peut-être a-t-il été installé pour consommer les déchets de carrière qui sont toujours importants dans ce type d'exploitation, d'autant que la densité de la fracturation y est assez élevée.

Il existe peu de témoignages sur l'exploitation proprement dite, la carrière ayant été réutilisée comme champignonnière jusqu'à une époque récente. Les observations actuelles permettent cependant de constater que le banc exploité était relativement homogène, et que la tranche d'exploitation, qui fait entre 2,50 m et 2,80 m de haut, était peu épaisse. La limite supérieure d'exploitation correspond au hard-ground au-dessus duquel la craie de Rouen n'a plus une qualité de pierre à bâtir ; tandis que vers le bas, l'exploitation était limitée par la nappe phréatique, ou plus souvent par la mauvaise qualité de la craie. Aucune exploitation en sur-pied ou sous-pied n'a donc été

effectuée. La taille, effectuée à la pique était verticale, et les blocs détachés tombaient sur des chandelles de craie qui amortissaient leur chute. Ils étaient ensuite débités sur place à la taille voulue : généralement ils mesuraient deux pieds de long sur un pied de large et avec un pied d'épaisseur. Ils étaient ensuite évacués vers l'extérieur par des puits d'extraction.

La plupart des carrières souterraines ouvertes dans la craie glauconieuse existaient encore vers le milieu du 19^e siècle. À La Mansonnière, à Bellou, l'exploitation remontait au moins au 17^e siècle (Rodet, comm. orale).

La craie est utilisée comme pierre en œuvre vers l'Ouest de la feuille dans ce qui est appelé le Perche central. Elle apparaît dans les manoirs du 16^e siècle, mais aussi dans les encadrements de baies des maisons plus modestes, alors que les édifices plus anciens font surtout appel au grison.

Des carrières ont également été ouvertes dans la Craie de Rouen, à Maisoncelle à Boissy-Maugis et vers Pontillon à Rémalard, toujours occupée par une champignonnière. Selon R. Fischer (1994), la Craie de Rémalard était réputée de qualité inférieure par les bâtisseurs.

Craie et marnières

• **Grandes exploitations destinées à la production de chaux.** Dès le début du siècle dernier, la marne a été exploitée pour la fabrication de la chaux dans la région de Senonches. Vers 1825, on exportait vers Chartres et Paris, 20 000 hl de chaux (Alexandre, 1996). Vers 1850, c'est 100 000 hl qui étaient produits dans la région. La chaux de Senonches avait une très grande réputation car elle pouvait être utilisée sous l'eau, comme pour les travaux d'hydraulique en domaine fluvial par exemple. Il existait plusieurs sites de fours à chaux à Senonches même, où les activités furent abandonnées en 1910 ; à la Grande-Motte ils furent arrêtés en 1900. Enfin à Boussard, au Nord de Senonches, c'est dans la seconde moitié du siècle dernier que la Société des chaux hydrauliques naturelles de l'Ouest, s'était installée à l'emplacement d'anciennes fonderies (Chaillou et *al.*, 1984). Ce site a définitivement fermé ses portes en 1954.

La matière première, la craie turonienne ou craie marneuse, était extraite du sous-sol au Nord de Senonches, notamment vers La Mouronnerie, Le Fossé Rouge, puis dans la forêt de Senonches, dans le bras dit de Louvilliers.

Une marnière existait à Boussard. Dans les premiers temps, l'exploitation s'effectuait à partir de trois puits de 1,20 m de diamètre et disposés en trépied, à 11 m les uns des autres. Deux puits étant utilisés pour l'extraction, le dernier étant destiné aux échelles. À partir de 1938, la chaux se vendant moins bien, les mesures d'économie firent que l'on ne creusait plus que deux puits.

Dans ce compartiment effondré situé au Nord de la faille de Senonches, le niveau marneux était atteint au-delà de 40 m de profondeur, et il fallait en moyenne 23 jours à 2 hommes pour creuser un puits ; chacun se relayant pour creuser et remonter les déblais à l'aide d'un treuil. Pour éviter les effondrements des terrains meubles supérieurs, le puits était conforté par des planches juxtaposées en force et qui tenaient sans cerclage ; tout au moins pendant le temps de l'exploitation. La marne apparaissait vers 27 m de profondeur, au-dessous d'un horizon formé de petits blocs de craie longs et arrondis, appelés « Saintes verges » par les marnerons. Ce niveau correspondait à la partie supérieure du banc de craie, plus ou moins décomprimée et plus ou moins altérée. Ils l'appelaient aussi « la marne folle ». Pour creuser les galeries il fallait descendre encore de plusieurs mètres, sous la « table pierrue », horizon très induré faisant de 1 à 2 m d'épaisseur et qui garantissait la bonne tenue des exploitations. Par mesure de précaution les galeries étaient creusées à 6 m sous la table pierrue.

Lorsque les puits étaient creusés, ils étaient reliés par une galerie appelée « entrouverture », qui bien sûr assurait l'aération, mais qui facilitait aussi la fuite en cas d'accident. Au milieu de l'entrouverture était creusé le « pot-à-iau », qui allait constituer la réserve d'eau.

À partir des puits, des grandes galeries rectilignes - appelées « chambres d'allée » - étaient creusées parallèlement les unes aux autres. Sur 3 à 4 m de haut et 5 m de large au pied, elles pouvaient dépasser 150 m de long. Enfin, d'autres galeries appelées « chambres de fourché » rayonnaient à partir des galeries principales.

L'extraction se faisait à l'aide de « pics », outils à une seule pointe avec lequel on « buquait » la marne. Des marnerons qui avaient travaillé précédemment dans les houillères du Nord de la France, estimaient que l'extraction de la marne était plus pénible que celle du charbon plus facile à détacher de la paroi. Au front de taille, cette exploitation se faisait en 3 niveaux appelés « sué » (seuil en percheron). Il existait le « sué du bas », le « sué de sapage » et le « sapage », ce qui correspond à la technique classique d'extraction en « pied », avec reprise en « sous-pied » et « surpied ». Le matériau était ensuite chargé dans des wagonnets, ou « lorry », se déplaçant sur rails et amené vers les puits au niveau d'un quai, appelé le « quinbin ». Chaque matin, les marnerons sonnaient la roche avec leur pic pour éprouver la solidité de la galerie qui, à certains endroits, devait être étayée.

Il y avait toujours de l'eau en fond d'exploitation et les marnerons pataugeaient continuellement dans la boue et en hiver il fallait abandonner l'extraction en raison de la montée des eaux.

En surface, les « chauffourniers » prenaient le relais des marnerons. À Boussard, huit fours à chaux produisaient une chaux hydraulique réputée pour sa qualité, et dont une grande partie était commercialisée en région parisienne. Dans ces fours, alternaient : la marne, des fagots de bois appelés « bourrées » et du coke. La production de chaux à Boussard s'est arrêtée en 1954.

D'autres marnières ont été répertoriées dans le compartiment turonien situé au Nord de la faille de Senonches. On en trouve sur la commune de la Ferté-Vidame et plusieurs au Sud de La Framboisière. Il existe également un lieu-dit La Marnière à l'Est de Senonches. Étant donné la profondeur du gisement toutes ces exploitations devaient être destinées à la production de chaux.

Les restes d'un four à chaux ont également été observés à Bellou, près de la carrière de La Mansonnière. Il semble donc qu'à cet endroit, c'est la Craie glauconieuse qui a été utilisée ; ou peut-être aussi les déchets de la carrière de pierre à bâtir.

Il existe enfin un lieu-dit Les Fours à Chaux, au Nord de Moutiers-au-Perche, près d'une marnière qui a été reconnue par P. Béguin (1992).

• **Marnières exploitées pour l'amendement des sols.** Les marnières sont très abondantes à chaque fois que la craie, qu'elle soit cénomaniennne ou turonienne, est proche de la surface du sol. Par endroits, certaines parcelles de quelques hectares en sont truffées et les puits (ou yeux) peuvent atteindre 10 à 20 m de profondeur. Il semble que l'emplacement des marnières ait été choisi sans qu'il soit tenu compte d'une quelconque exposition.

Les marnerons évasaient la base des puits puis aménageaient une chambre voûtée à partir de laquelle rayonnaient des galeries. L'exploitation de la « marne » avait essentiellement lieu « aux beaux jours ». Elle était destinée ici à amender les terres argileuses abondantes sur le Cénomanienn crayeux altéré. Dès les premières pluies d'automne, l'eau montant dans les exploitations, les marnières devaient être momentanément abandonnées.

Selon J. Rodet (comm. orale), il semble que des marnières aient déjà été exploitées dès l'époque gallo-romaine et que les dernières ouvertes l'ont été au début de ce siècle. Dans la plupart des cas les puits ont été rebouchés par des madriers, des branchages et des déblais divers, et leur emplacement a ensuite été souvent oublié, sauf lorsque quelques arbres plantés à proximité, les signalent. Ces marnières réapparaissent parfois à la faveur de fortes pluies qui purgent les conduits.

Tous les niveaux de craie : Craie glauconieuse, Craie de Rouen et Craie turonienne (appelée souvent « craie marneuse »), ont été exploités en marnière.

Dans toutes les vallées où l'érosion a mis la craie à nu, il existe des marnières en grand nombre, comme par exemple dans la vallée de l'Huisne, ou dans celles de ses affluents. Des lieux-dits en témoignent encore, comme « Les Grandes marnières » en forêt de Saussaie à Dorceau.

Sous le plateau de Saint-Jean-des-Murgers – La Loupe, comme dans le fossé de Longny, c'est la craie turonienne, comme vers Senonches, qui a été extraite.

Quelques marnières ont pu également être ouvertes à flanc de coteau et exploitées à partir de galeries horizontales.

• **Marnières à castine.** La marne a aussi été extraite pour servir de « castine », c'est-à-dire de fondant destiné aux établissements sidérurgiques. C'est le cas à Longny, aux lieux-dits Robinson et Champ-de-foire, la castine étant ensuite dirigée vers les nombreuses forges qui longent la vallée de la Jambée.

Sables du Perche

Il existe de grandes carrières de sables en activité à La Heslière à Longny, à Bizou, à Fossard près de Marchainville mais sur la commune de Moulicent, à Belle-Vue sur la commune de La Madeleine-Bouvet. D'autres ont fermé et sont en partie remblayées comme à Belhomert-Guéhouville, à Senonches ou aux Charmots à Manou. Il existe également de nombreuses petites carrières artisanales, dont certaines sont encore exploitées périodiquement : aux Hautes-Bruyères au Nord de Neuilly-sur-Eure ou encore dans la forêt de Saussaie. Il en existe aussi de très importantes à proximité sur les feuilles voisines, par exemple à La Ventrouze sur la feuille L'Aigle, et à Saint-Éliph sur la feuille Nogent-le-Rotrou.

Dans les grandes carrières, les Sables du Perche, quartzeux détritiques, sont parfois blancs comme à La Ventrouze, alors qu'ils présentent une teinte rouille dans les nombreuses petites carrières ouvertes sur les versants, notamment le long des vallées de la Jambée, de la Corbionne ou de l'Eure. Ces sables de couleur rouille sont sans doute à l'origine de la teinte rosée de l'enduit des maisons anciennes.

Si actuellement les Sables du Perche sont exploités pour alimenter en matériau les secteurs du bâtiment et des travaux publics, ils ont également été utilisés autrefois pour la fabrication du verre.

L'implantation des verreries dans le Perche est très ancienne et l'existence d'un artisanat verrier est attesté dès la fin du Moyen-Âge. Les verres des vitraux de la cathédrale de Chartres ont par exemple été fabriqués à

Tardais, près de Senonches, au 14^e siècle. Certains toponymes en témoignent comme le fief de la Verrerie de Haron à la Ferté-Vidame. Tout à côté, au bord du ruisseau qui se jette dans l'étang de La Benette, on trouve encore des déchets de verrerie. Une verrerie aurait également existé à Neuilly-sur-Eure jusqu'au début du 19^e siècle. Une exploitation de sables, alimentant une verrerie située à proximité, existait également au Nord de la forêt de Saussaie, près de Gagné et aurait fonctionné jusqu'au 17^e siècle.

Au début du 19^e siècle, cet artisanat est passé au stade industriel. Une usine de flaconnage a ainsi été établie à l'Hôme-Chamondot en 1835 par Auguste Bourgeois, Maître Verrier à la verrerie de Chéronvilliers dans l'Eure. Elle alimentait Paris et a fermé en 1888 (Inventaire général du patrimoine, 1994).

Argiles d'altération de la craie cénomaniennne

Les altérites de la craie cénomaniennne, et en particulier celles de la Craie de Rouen, ont été exploitées pour des tuileries et briqueteries. Ce sont des argiles parfois grises, parfois vertes et plus ou moins bariolées dans les niveaux supérieurs. Elles sont grasses et collantes, atteignent parfois plusieurs mètres d'épaisseur et ont servi à fabriquer les tuilettes brunes caractéristiques de la région, qui ont remplacé le chaume sur les toits à partir du 19^e siècle (Fischer, 1994). Elles ont servi aussi à fabriquer des pavés pour recouvrir les sols, ainsi que des briques que l'on rencontre en encadrement des portes et des fenêtres dans les maisons rurales du Perche.

Il semble en fait qu'il y ait eu de nombreuses petites exploitations un peu partout. Il existe une Tuilerie au Château de Voré, à Rémalard, qui exploitait ce type de matériau ; une autre à Dorceau près du château de Guilbault en bordure de la forêt de Saussay ; une autre encore près de la ferme des Châtelets à l'Est de Bretoncelles.

Limons quaternaires plus ou moins argilisés et argiles du résidu à silex

Les limons quaternaires et notamment les limons quaternaires anciens altérés et donc plus ou moins argilisés, ont été exploités pour la fabrication de tuiles et briques. C'est encore le cas aux Chauffetières, qui reste la dernière exploitation en activité, et qui est située au bord de la RN12, sur la feuille voisine de Verneuil-sur-Avre. Un lieu-dit La Chauffetière existe à l'Ouest de Vaupillon et doit avoir la même signification. Parfois il est cependant difficile de savoir si ce sont des limons ou des argiles tirées du résidu à silex qui ont été exploités.

C'est du limon qui devait être exploité à La Tuilerie, à Moulicent au Nord de la commune, et qui aurait fermé au siècle dernier, ainsi qu'à La Tuilerie près

du val de Lépart, sur la commune de Manou, et à La Tuilerie, à l'Est de Senonches, sur la route de Chartres. L'argile était ici extraite à proximité, à l'endroit où existe maintenant un étang. Il y avait là en réalité 3 tuileries qui ont fourni jusqu'à plus de 2 millions de briques, tuiles ou pavés par an (Alexandre, 1996). Une tuilerie existait également à Saint-Éliph ainsi qu'à Longny, où l'on rencontre encore des lieux-dits La Briquetterie et La Tuilerie, et où des activités se sont poursuivies jusqu'en 1914 (Neveu, 1975a). Il y a aussi un toponyme : La Tuilerie de la Florentinière, à l'Est de Longny, près de Bizouiau. Le toponyme « l'Ardillère », nom ancien équivalent à argillère, existe au Sud-Ouest du Mage ; il indique certainement un rapport avec cette activité.

Vers Les Masures, au bord de l'Eure à Neuilly-sur-Eure, il existait une tuilerie fermée en 1920. Située sur un sol alluvionnaire elle exploitait sans doute des alluvions argileuses ou limoneuses.

C'est également du limon ou de l'argile, qui a été utilisé à La Ferté Vidame. La brique y apparaît au 14^e siècle, alors qu'avant, seul le grison était utilisé, mis à part pour la construction des cheminées. C'est au 14^e siècle que le bourg a été clôturé en briques (Couturier et *al.*, 1991). L'église, sans doute en grison à l'origine, après avoir été totalement démolie, est aussi reconstruite en briques en 1658. Ce matériau se répand alors dans le village en même temps que la tuile qui supplante le bardeau, le chaume ayant semble-t-il déjà disparu depuis longtemps selon M. Couturier et *al.* (1991) [ce n'est pas l'avis de R. Fisher (1994), qui estime que jusqu'au 14^e siècle, les toitures étaient encore en chaume]. La maison paysanne, jusqu'alors à pans de bois, laisse progressivement la place à la brique. Seuls les bâtiments à pans de bois les plus humbles, comme les étables, ont subsisté.

Huit tuileries ou briqueteries existaient alors dans la région de La Ferté-Vidame, et il était fabriqué de l'ordre de 700 000 tuiles par an. Il y avait par exemple des tuileries aux Ressuintes pour alimenter la construction du château de La Ferté-Vidame. À Senonches, la brique a été employée plus tôt et plus massivement, sans doute sous l'influence des « sidérurgistes » de Boussard, où les forges, qui appartenaient à l'origine au seigneur de La Ferté, ont favorisé le développement de la brique.

Résidu à silex

Outre l'argile, les silex ont certainement été très exploités puisqu'on en rencontre en grande quantité dans les constructions, là où les argiles à silex affleurent largement. Ils constituent ainsi l'essentiel des appareillages en moellons des édifices religieux, par exemple dans les églises de Senonches et de La Framboisière, ou dans les belles demeures rurales. Les silex éparpillés dans les champs, dans les zones d'affleurement du résidu à silex, ont certainement été utilisés en priorité.

Selon des témoignages locaux, des silex auraient été exploités en forêt de Senonches près du Rond d'Haron, pour alimenter en ballast la construction d'une voie ferrée proche.

Grison en tant que pierre à bâtir

Le grison semble avoir été le matériau de construction le plus utilisé dans la région avant le 15^e siècle, comme en témoignent les édifices de cette époque et en particulier les églises romanes comme celle du Pas-Saint-l'Homer (Juy, 1998) et les châteaux forts comme celui de Senonches. La plupart des édifices anciens présentent cependant un mélange de matériaux, les silex constituant l'essentiel de l'appareillage dans les murs et le grison, résistant et pouvant être taillé en blocs volumineux, étant réservé à la réalisation des chaînages d'angles, des encadrements d'ouvertures et des contreforts. La tour de l'église de Senonches, qui date du 12^e ou 13^e siècle est construite avec un mélange de grisons d'origine et d'âge divers, de silex et de briques.

Fer

L'exploitation du minerai et le travail du fer semblent être très anciens dans le Perche et ces deux activités ont été très intenses jusqu'à la fin du 19^e siècle.

Les premiers témoignages remontent à l'an 900 avant Jésus-Christ comme l'ont montrées certaines scories datées par des monnaies, des débris de poteries ou des tuiles, trouvées dans leur masse (Dornic, 1963). On en a également retrouvé dans la structure des chaussées des voies romaines. Ainsi le Chemin Chartrain - voie romaine qui allait de Chartres à Vieux près de Caen et qui passait par la vallée de l'Eure - était une véritable route du fer. Dubourg (1924) a étudié de façon détaillée une portion de 12 km de ce Chemin Chartrain dans la région de Marchainville. Sur 1,50 m d'épaisseur totale de chaussée, il a estimé qu'il y avait près d'un mètre de scories, agglomérées par un liant argileux.

Le minerai, était appelé « mine » à l'époque, car on extrayait la mine du minerai qui était du fer de nature limonitique, contenu dans le grison, sorte de conglomérat ferrugineux souvent riche en silex. Celui-ci s'est formé dans la zone de contact entre limons de plateau et résidu à silex, après lessivage du fer contenu dans les limons sus-jacents. Le grison résulte donc d'une altération d'âge quaternaire. Cette mine était extraite par tranchées peu profondes, comblées dès que l'extraction était terminée. On ne sait donc que peu de choses sur leur emplacement (Leroux, 1910). Il existe des grisons en grande quantité sur le plateau des Menus, ou celui de La Framboisière ou en forêt de Senonches. En ces lieux, on rencontre encore de nombreuses petites dépressions creusées dans les limons, et qui ne

dépassent donc pas 50 centimètres de profondeur. On a pu aussi y exploiter les limons plus ou moins argilisés pour alimenter aussi bien les tuileries que le fer des grisons.

Les niveaux à ciment ferrugineux riche en hématite et appelés « roussards », qui sont intercalés dans les Sables du Perche et qui se trouvaient souvent à proximité de forges ou de fonderies dans les vallées, ont été également exploités. C'est le cas aux Bruyères à Moulicent et à Vauperdu au Nord de Rémalard. Des roussards contenus dans les alluvions ou les colluvions de la vallée de l'Eure ont également pu fournir du fer, comme à La Ferrière et au Mineray, à l'Ouest de Neuilly-sur-Eure. Les anciens de la commune disent que le fer n'y était pas de bonne qualité car « il était trop poreux et qu'on pouvait en faire des essieux de charrette, mais sûrement pas des fers à chevaux ».

Le sous-préfet L.-C. Delestang (1803) signalait la présence de mine de fer un petit peu partout dans le Perche. Il disait aussi que « les filons étaient considérables, mais que le fer était aigre et que l'on ne réussissait pas à l'adoucir pour le rendre malléable ». Il remarquait enfin que la mine de fer commençait déjà à s'épuiser.

Les gisements contenaient un minerai souvent riche en métal, puisque la teneur pouvait avoisiner 40 %. Leur répartition erratique et leur faible volume étaient cependant incompatibles avec une exploitation systématique et rationnelle, condamnant à terme cette activité qui tenait plus en réalité de l'artisanat que de l'industrie lourde.

Il n'existe que peu de témoignages directs d'exploitation sur le territoire de la feuille La Loupe. Il y aurait eu un site d'extraction de fer qui fonctionnait encore vers la fin du 19^e siècle aux Evés, dans la partie est de la commune de Senonches (Alexandre, 1996). Certains indices laissent aussi à penser que du fer a été exploité sur le site du Château à motte de la forêt de Saussay, à Bretoncelles (Decaëns, 1997). En fait, il n'y a peut-être été que transformé, car l'industrie du fer était souvent l'apanage des seigneurs. Il existe aussi des toponymes qui témoignent de cette activité d'extraction : le Mineray à l'Ouest de Neuilly-sur-Eure et La Ferrière, tous les deux dans la vallée de l'Eure, ou bien Les Minières à l'amont du ruisseau de Boiscorde, au Nord de Rémalard. Tous ces sites existent plutôt sur Sables du Perche et exploitaient vraisemblablement des roussards. En revanche au Minerai, au Nord-Est de Moutiers-au-Perche, à la Haute-Ferrette et la Basse-Ferrette à l'Est du Mage, ainsi qu'à la Rue-Ferrée à l'amont de la vallée de la Donnette, on devait exploiter du grison.

ÉLÉMENTS DE GÉOTECHNIQUE

Les alluvions récentes, en particulier celles des bassins versants de l'Huisne et de l'Eure, sont chargées en particules fines et en matières organiques. Souvent gleyifiées, elles sont hydromorphes, peu consistantes et compressibles. Les aménagements réalisés en zone alluviale nécessitent la substitution épaisse des alluvions par les matériaux moins sensibles à l'eau et les remblais doivent comporter une base drainante.

Les formations argileuses, argilo-marneuses ou argilo-limoneuses, correspondent, en dehors des alluvions, aux argiles à silex (ou Résidu à silex), à l'altération argileuse de la craie cénomaniennne et aux formations de versants argilo-caillouteuses solifluées comme celles rencontrées au niveau de la rocade au Nord-Est de Rémalard. Le Résidu à silex est assez particulier, d'abord parce qu'il se trouve en position de plateau et ensuite parce qu'il est charpenté par les silex et sa tenue est donc relativement bonne. Les autres matériaux argileux ont des caractéristiques mécaniques qui diminuent rapidement avec l'augmentation de la teneur en eau. Ils posent alors des problèmes de stabilité, de portance et de traficabilité et doivent être drainés lorsqu'ils sont en zones basses, dans les zones en déblais. Les talus routiers y sont très instables comme on peut le voir sur la rocade de Rémalard.

Le réemploi des matériaux argileux est difficile, en particulier bien sûr en période humide. Celui du Résidu à silex, qui abonde sur les plateaux et qui de ce fait est moins souvent saturé en eau et par ailleurs très disponible, peut être envisagé, excepté en couche de forme. Il est en effet difficile à malaxer et à régler en raison de la présence de silex parfois volumineux.

Les limons de plateau que l'on peut rencontrer en surface sur le résidu à silex sont également sensibles à l'eau. Bien que leur ressuyage soit relativement rapide, ils posent également des problèmes de portance et leur traficabilité est médiocre lorsqu'ils sont saturés en eau. Ils peuvent être réutilisés comme remblais en zone non inondable à condition que la mise en œuvre soit réalisée en dehors des périodes humides. Dans ce cas, leur teneur en eau doit être parfaitement maîtrisée, et le compactage doit être effectué en fonction de la teneur en eau. Lorsque celle-ci est trop faible, le matériau doit être arrosé. Il est possible également de le traiter à la chaux ou de le mettre en sandwich avec des matériaux sableux plus drainants.

Les sables, et en particulier les Sables du Perche rencontrés sur une grande épaisseur à l'Ouest, au Nord-Est et au Sud-Est de la feuille, ont souvent une granulométrie uniforme. Vers l'Hôme-Chamondot, dans l'angle nord-est de la feuille, un sondage descendu à 70 m de profondeur, a montré que sous le résidu à silex, la granulométrie des sables, qui sont épais à cet endroit de 40 m, est uniforme sur environ 30 m. Ils ont un grain moyen compris entre

0,4 et 0,5 mm, sont très bien classés et la fraction inférieure à 50 mm dépasse rarement 5 %. Vers la base ils deviennent noirs et de plus en plus argileux, l'argile pouvant atteindre jusqu'à environ 40 % de fraction fine.

Le matériau, s'il est insensible à l'eau, a en revanche, peu de cohésion. Sur la carte de La Loupe, les régions les plus élevées en altitude sont formées par ces plateaux de Sables du Perche recouverts par quelques mètres d'Argiles à silex. Ils sont donc souvent traversés en déblais. Leur manque de cohésion nécessite la réalisation de talus à pente faible (1/2 en base 2) qui doivent être rapidement recouverts de terre végétale et immédiatement végétalisés. Ce manque de cohésion entraîne également quelques problèmes lorsque le matériau est réutilisé en remblais où sa traficabilité est réduite et où il est facilement érodable. Il doit alors être intensément compacté par voie hydraulique et traité avec des liants hydrauliques de type ciment lorsqu'il est utilisé en couche de forme. Enfin, des butées de pied doivent être prévues en bas de talus.

Finalement, les formations crayeuses, plus ou moins siliceuses, du Cénomaniens inférieur et moyen et du Turonien, ne présentent pas non plus de contraintes particulières, à condition qu'elles ne soient pas altérées et qu'elles ne comportent pas de vides souterrains, qu'ils soient naturels ou artificiels. Ceux-ci étant particulièrement nombreux, tout aménagement en zone crayeuse nécessite en conséquence, une reconnaissance préliminaire appropriée (Évrard, 1987).

DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

PRÉHISTOIRE, HISTOIRE ET ARCHÉOLOGIE

Il n'existe que très peu de témoignages préhistoriques sur le territoire de la feuille de La Loupe, sans doute parce que les prospections y ont été peu nombreuses. Les monuments mégalithiques y sont rares alors qu'ils sont nombreux vers l'Est, dans la vallée de l'Eure et dans le Sud-Est du département de l'Eure-et-Loir. On peut cependant admirer le dolmen de la Grosse-Pierre dans le bois de Saint-Laurent au Nord de Rémalard. Il est construit avec des dalles ou des blocs silicifiés tertiaires, résultant d'une silicification pédologique de sables ou d'argiles à silex. Les perforations qui peuvent y être observées sur certains éléments correspondent à des traces de racines. On signale également les débris d'un dolmen aux Corvées à La Loupe, et l'existence d'un polissoir à Saint-Éliph (Couturier et *al.*, 1991).

Le site de Senonches pourrait avoir été construit sur l'emplacement d'un éperon barré datant du Néolithique ou de la période gauloise, mais rien n'a été entrepris pour le confirmer (Alexandre, 1996).

À l'époque gallo-romaine, la région, propice aux embuscades, a été quadrillée par les voies romaines et progressivement pacifiée. L'une de ces voies romaines allait de Chartres à Vieux près de Caen et à Jublains en Mayenne. Elle est appelée « Chemin de Jules César » ou encore « Chemin de Chartres » ou « Chemin Chartrain ». Elle passe au Sud de La Loupe, près des étangs de Perruchet, où le Chemin de Jules César est indiqué sur la carte à 1/50 000. Il rejoint ensuite la vallée de l'Eure, et passe par La Lande-sur-Eure puis L'Hôme-Chamondot, en longeant la ligne de crête au Sud de Marchainville, avant de rejoindre vers l'Ouest Tourouvre puis La Trappe.

L'histoire médiévale a fortement marqué la région. La Centenie de Corbon, qui apparaît dès le 9^e siècle, va constituer le noyau du comté du Perche, qui ne sera véritablement institué qu'à partir du 11^e siècle. Les premières fortifications datent des invasions normandes ou de leurs vassaux qui, au 9^e siècle, cherchent à remonter les cours d'eau. Mais c'est peut-être plutôt à la conquête du pays par les seigneurs locaux et en particulier par les Rotrou, que l'on doit l'installation à partir du 11^e siècle, des mottes et des châteaux-forts. Ces dispositifs défensifs sont placés à des lieux stratégiques en rapport avec les voies de communication : chemins, vallées et cours d'eau, gués, confluences, bordure de forêts et habitats anciens. Ils ont été très nombreux le long de la vallée de l'Huisne, mais également ailleurs sur le territoire de la feuille.

Un château à motte a fait l'objet de fouilles au lieu-dit La Butte-du-Château, dans la forêt de Saussay, à Bretoncelles (Decaëns, 1997). Ce site, qui domine la confluence de l'Huisne et de la Corbionne, comprenait une motte et deux basses-cours. Il est supposé avoir été construit dans la première moitié du 11^e siècle par les Rotrou ou leurs vassaux, et est devenu « seigneurie châtelaine » une fois le Perche unifié et institué. Ce fut d'ailleurs le cas pour la plupart des châteaux à motte dont le site sera ensuite occupé par des châteaux qui subsisteront jusqu'à la révolution.

Les témoignages certains de l'occupation du château à motte de la forêt de Saussay datent du 12^e et du 13^e siècle. Il fut détruit par un incendie au milieu du 14^e siècle.

Un autre château à mottes existait sur le site même de Bretoncelles pour commander l'autre versant de l'entrée de la vallée de la Corbionne.

Il en existe aussi une dizaine dans un rayon d'un kilomètre autour de la Ferté-Vidame (Couturier et *al.*, 1991). Ces auteurs signalent que d'abondantes mottes ont existé dans le canton de La Loupe et qu'elles ont été détruites au cours du dernier siècle. Il y a par exemple un lieu-dit La Motte, au Nord-Est de Senonches, où l'on distingue encore des douves et un autre près du Château-de-Gannes à l'Hôme-Chamondot. La butte de Brotz, à proximité, pourrait également être un site de motte.

Bien qu'à première vue dispersées et isolées, ces mottes constituent en réalité un ensemble défensif dense, complété de nombreuses places-fortes, et qui suivait la frontière avec la Normandie. Il subsiste quelques vestiges de cette époque : le fort de La Ferrière, dans la vallée de l'Eure qui est signalé sur la carte, la forteresse des Orioux, au Sud de La Loupe. D'autres sites défensifs ont été remplacés par des châteaux à différentes époques, à La Loupe, Vaupillon, Montireau où des ruines sont signalées sur la carte.

La période médiévale est aussi l'époque des défrichements intenses dont témoignent certains toponymes comme Saint-Laurent, sites traditionnels de défrichements, au Nord de Rémalard (Siguret, comm. orale).

La Guerre de cent ans (1346 à 1450), engendra beaucoup de destructions et de nombreuses places fortes furent anéanties. La paix revenue, le Perche connaîtra, dans la seconde moitié du 15^e siècle, une période d'intense reconstruction, dont témoignent encore de nombreux manoirs.

Le 18^e siècle fut une période de grande prospérité. Beaucoup de secteurs économiques, dont plusieurs sont liés à l'activité extractive de matériaux du sous-sol, ont connu un important développement. C'est le cas de l'agriculture, grâce aux amendements marneux, de l'industrie métallurgique, liée au développement des mines de fer et des forges, de l'exploitation de carrières souterraines pour la pierre à bâtir, mais aussi de l'artisanat (dentelles et tissages). C'est de cette période que datent la plupart des axes routiers qui, pour beaucoup d'entre eux, sont restés pratiquement tels quels jusqu'aux années 1970.

Après la révolution, le Perche connut à nouveau un grand développement industriel au 19^e siècle et la région fut notamment une grande province métallurgique.

ARCHÉOLOGIE INDUSTRIELLE : L'INDUSTRIE DU FER

L'étude thématique sur la métallurgie normande entre 1984 et 1989 (Inventaire général, 1994), a montré que la fabrication du fer était organisée autour de 2 ateliers : le haut-fourneau et l'affinerie. Dans le Perche, cette industrie s'est mise en place dès le dernier quart du 15^e siècle, avant de gagner progressivement les régions voisines : Pays d'Ouche, Pays du Houlme, bocage et région d'Alençon. Cette activité très ancienne est passée, au début du 19^e siècle, d'un stade artisanal à un stade industriel.

Dans les premiers sites métallurgiques protohistoriques installés de façon rudimentaire en forêt, le minerai était déposé en lits dans des cavités, où il alternait avec du charbon de bois. Dans ces bas fourneaux, le feu maintenu

pendant plusieurs jours, permettait d'obtenir un lingot qui était martelé à chaud (Dornic, 1963). Les premières forges à bras, où les soufflets étaient actionnés à main d'homme, sont apparues à l'époque médiévale. Ces forges étaient mobiles et permettaient de se déplacer sur les lieux d'exploitation du minerai ou près du bois qu'il fallait abattre en grandes quantités pour fabriquer du charbon de bois. Bien que ces installations aient été très nombreuses (Dornic, 1963), aucun vestige de ces forges volantes, ni de bas-fourneau d'ailleurs, n'a été retrouvé dans le Perche.

En revanche des témoignages d'archives permettent de savoir de façon sûre, qu'au 14^e siècle, le Moulin-de-La-Ferté et ses « forges grossières » associées, appartiennent au Seigneur de La Ferté-Vidame (Couturier, 1991).

Certains indices laissent à penser que du fer a été transformé sur le site du château à motte de la forêt de Saussay, détruit par un incendie au milieu du 14^e siècle (Decaëns, 1997).

Si l'industrie du fer a été la propriété et l'apanage des seigneurs locaux, elle a aussi permis d'enrichir de nombreux bourgeois, qui ensuite ont souvent acquis les domaines seigneuriaux.

C'est au 15^e siècle qu'apparaissent les hauts-fourneaux et les forges hydrauliques le long des cours d'eau ou en aval des étangs. Ces hauts-fourneaux permettaient d'obtenir de la fonte en mélangeant le fer à un fondant calcaire appelé « castine », ou parfois « castille », et qui était constitué par la « marne » abondamment exploitée dans les marnières de la région. L'excès de carbone était ensuite éliminé dans des foyers d'affinerie.

Pour obtenir la force hydraulique capable de mouvoir soufflets de forge et de fourneau, marteaux de forge (appelés martinets) et de fenderie, il a fallu créer des biefs et aménager de nombreuses chutes d'eau. La compétition étant alors rude avec les meuniers, les tanneurs ou les presseurs d'étoffes (Pelatan, 1992). C'est en particulier le cas le long de la vallée de la Jambée devenue un des hauts-lieux de la sidérurgie percheronne au 19^e siècle. Tout au long de la Jambée, des lieux-dits rappellent cette activité sidérurgique : à l'amont, par exemple, sur la commune de Moulicent, en bordure du ruisseau de Marchainville, affluent de la Jambée, « le Minerai » est certainement un ancien lieu d'extraction. Vers l'aval on rencontre en premier lieu Les Forges à Moulicent, où l'on produisait du fer par affinage et martelage, puis Le Haut-Fourneau de Rainville, où l'on produisait de la fonte. Celui-ci est attesté dans un document de 1537 et appartenait alors au baron de Longny (Neveu, 1975a). Il connut une grande prospérité au 19^e siècle et alimentait en gueuses la forge de Beaumont. Il a définitivement cessé de fonctionner en 1870 (Inventaire général du Patrimoine, 1994), mais le fourneau est encore visible. Le fer était débité à La Fenderie, juste en aval du bourg de Longny. Cet établissement créé

en 1730, a fermé en 1870 (Inventaire général du Patrimoine, 1994). Il existait une autre forge à Beaumont, qui était une affinerie ; attestée dès 1482, elle appartenait alors au baron de Longny. Les trois sites : fourneau de Rainville, forge de Beaumont et la fenderie, constituait « la Grosse forge de Longny ».

Il existe aussi des lieux-dits « la Chaudronnière » et la « Poëlerie », celui-ci étant un ancien site de moulin à papier converti en poëlerie en 1803, puis transformé à nouveau en 1862. Toujours en descendant le cours de la Jambée on peut voir, à la confluence avec la Commeauche, sur la feuille Mortagne, le magnifique manoir de Pontgirard, situé sur la commune de Montceaux. Daté du 15^e siècle, c'est une ancienne maison de maître de forges, dont la fonction et le rang permettaient d'appartenir à l'aristocratie locale. Sur la vallée de la Commeauche, autre haut-lieu de la sidérurgie percheronne, sur la feuille voisine de Mortagne, on trouve aussi de nombreuses forges.

Les établissements sidérurgiques existaient dans les autres vallées. Dans le bassin versant de la Corbionne on rencontre le Moulin-de-la-Forge en aval du Mage, La Forge sur le ruisseau de Culoiseau, affluent de la Corbionne. Il y avait une fonderie au Moulin-de-Thivaux sur la Donnette. Dans la vallée de l'Eure, outre le site de La Ferrière il y a des lieux-dits La Charronnerie et La Maréchalerie, au Nord de Neuilly-sur-Eure.

La plupart des installations métallurgiques du Perche, concurrencées par les hauts fourneaux à coke anglais, périclitèrent dès 1850, puis disparurent complètement en 1870. Cloutiers et taillandiers disparurent avec elles. Quelques établissements, comme celui de Randonnai sur la feuille voisine de L'Aigle, subsistèrent cependant jusqu'après la dernière guerre, au prix de nombreuses reconversions.

De place en place on trouve des quantités de laitier de fonderie, déchets de fusion bien connus des cultivateurs, et qui témoignent de l'activité liée à l'exploitation du fer. On en trouve de très nombreux par exemple dans la région de la Ferté-Vidame. Beaucoup d'entre eux ont pourtant été réexploités sur place à la fin du 19^e siècle. Ils étaient si riches en fer (45 % à 50 %) qu'ils ont même été exportés vers la Ruhr entre 1900 et 1914, provoquant l'indignation et l'inquiétude de certains qui estimaient que la France expédiait alors vers l'Allemagne une matière première qui allait servir à fabriquer des canons pouvant se retourner contre elle. En 1905 commença la construction d'une ligne de chemin de fer La Loupe-Longny-Mortagne. La « cline », laitier de l'ancien haut-fourneau de Rainville, a été utilisée comme ballast dans la région de Longny (Neveu, 1975a). Un chemin de fer à voie étroite avait été construit pour l'amener depuis Rainville, ce qui souligne l'importance de la production sidérurgique passée dans cette vallée. À Longny on peut même voir plusieurs maisons construites en cline.

Au début du 19^e siècle, l'industrie percheronne du fer a sans doute été l'une des plus importantes de France et le Perche constituait alors une grande province métallurgique.

SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRE

On trouvera des renseignements complémentaires et en particulier un itinéraire voisin (n° 9c), dans le guide géologique régional : Normandie – Maine, par F. Doré et *al.* (1987), Paris, Masson éditeur.

GLOSSAIRE

Bétoire : point d'infiltration concentrée des eaux à la surface des plateaux. Une bétoire, qui a une forme circulaire, résulte la plupart du temps d'un phénomène naturel. Dans la craie, les vides karstiques peuvent provoquer des soutirages qui affectent souvent les Sables du Perche sus-jacents. Les bétoires peuvent cependant correspondre également, à des puits de marnière.

Bordage : ferme percheronne.

Castine : fondant calcaire utilisé dans les hauts-fourneaux et extrait des nombreuses marnières voisines.

Cline : laitier de haut-fourneau.

Gletteux : argileux.

Gouttier : ruisseau non permanent correspondant à une émergence de la nappe superficielle en période de hautes eaux hivernales, en particulier dans les Sables du Perche.

Grison : conglomérat à silex cimentés par des oxydes de fer, autrefois exploité comme pierre à bâtir mais aussi comme minerai. Il a alimenté l'industrie du fer dans le Perche.

Marne : craie friable, utilisée pour amender les champs et pour fabriquer de la chaux. Toutes les craies ont été exploitées sur le territoire de la feuille.

Marneron : ouvrier qui extrayait la marne.

Marnière : cavité souterraine d'où la marne était extraite.

Oeil (pl. yeux) : puits de marnière.

Tuffe : craie mais parfois aussi résidu à silex.

DOCUMENTS CONSULTABLES

La Banque des données du sous-sol (BSS) du BRGM détient l'inventaire des sondages et autres travaux souterrains exécutés dans le périmètre de la feuille La Loupe et archive régulièrement les nouveaux travaux. Ces documents peuvent être consultés :

- pour la partie occidentale correspondant au département de l'Orne, au Service géologique régional de Basse-Normandie : SGR/BNO, CITIS « Odyssée », Bât. B, 2^e étage, 4 avenue de Cambridge, B.P. 277, 14209 Hérouville-Saint-Clair cedex ;
- pour la partie orientale correspondant au département de l'Eure-et-Loir, au Service géologique régional de la région Centre : SGR/CEN, 3 avenue Claude Guillemin, B.P. 6009, 45060 Orléans, cedex 02 ;
- ou au BRGM, Maison de la Géologie, 77 rue Claude Bernard, 75005 Paris.

BIBLIOGRAPHIE

- ALLARD D. (1990) - La végétation pastorale de Normandie centrale. Thèse Doctorat Sciences naturelles. Université de Rouen, Laboratoire d'Écologie végétale, 187 p., 13 annexes.
- ALEXANDRE P. (1996) - Histoire de Senonches et de ses environs. Éd. Les amis du Perche, Mortagne au Perche, 175 p.
- ATLAS AGROCLIMATIQUE D'EURE-ET-LOIR (1988) - Publ. Direction de la Météorologie nationale, Paris.
- BÉGUIN P. (1992) - Les indices de vides souterrains en Basse-Normandie. Rapport de stage BRGM-SGR-HNO.
- BERGERAT F. (1987) - Paléochamps de contraintes tertiaires dans la plate-forme européenne au front de l'orogène alpin. *Bull. Soc. géol. France*, 8, III, 3, p. 611-620.
- BIGNOT G. (1987) - La Haute-Normandie. in CAVELIER C., LORENZ J. (Coord.) : aspect et évolution géologique du Bassin parisien. *Mém. h. s. Bull. Inf. géol. Bassin Parisien*, Paris, 6, p. 203-224.
- BIGOT A. (1891) - Esquisse géologique de la Basse-Normandie. *Bull. Lab. géol. Fac. Sci., Univ. Caen*, 2^e année, 2, p. 65-92.
- BIZET P. (1883) - Notice à l'appui du profil géologique du chemin de fer, de Mamers à Mortagne. *Bull. Soc. géol. Norm.*, Le Havre, VIII, p. 40-71.
- BIZET P. (1884) - Notice explicative sur le profil géologique de la route de Verneuil à Alençon. *Bull. Soc. géol. Norm.*, Le Havre, IX, p. 44-52.

- BIZET P. (1885a) - Notice à l'appui des profils géologiques des chemins de fer de Mortagne à Menil-Mauger et de Mortagne à L'Aigle. *Bull. Soc. géol. Norm.*, Le Havre, X, p. 37-55.
- BIZET P. (1885b) - Considérations géologiques et paléontologiques sur les terrains des environs de Bellême et de Mamers. *Bull. Soc. géol. Norm.*, Le Havre, X, p. 179-217.
- BIZET P. (1886) - Aperçu général sur les terrains sédimentaires représentés dans l'Est du département de l'Orne. *Bull. Soc. géol. Norm.*, Le Havre, XI, p. 53-78.
- BLAVIER E. (1842) - Études géologiques sur le département de l'Orne. Ann. Dép. de l'Orne, 94 p. avec une carte géologique. Réimpr. (1850). Mém. De l'Inst. des Provinces, Alençon, 280 p.
- BOURNERIAS M., LAVERGNE D. (1973) - Carte de la végétation de la France ; feuille n° 24 : Chartres. CNRS - Service de la Carte de Végétation, Toulouse.
- CAVELIER C., KUNTZ G. (1974) - Découverte du Pliocène marin (Redonien) à Valmont (Seine-Maritime). Conséquences sur l'âge post-redonien des argiles rouges à silex de Haute-Normandie, *C. R. Somm. Soc. géol. Fr.*, Paris, (7) 16-6, pp. 160-162.
- CHAILLOU P., CHAILLOU P., LACHAUD C. (1984) - Marnerons et chaufourniers. Cahiers d'histoire senonchoise. N° spécial, 44 p. + annexes.
- CHARNET F. (1988) - Catalogue des types de station forestière du Perche. Eure-et-Loir et Loir-et-Cher, Centre Régional de la Propriété forestière d'Ile-de-France et du Centre édit., Orléans, 583 p.
- CHEMIN J., HOLE J.-P. (1980) - Atlas hydrogéologique de l'Eure. BRGM édit., Orléans, 1 carte 1/100 000, notice 62 p.
- CHOLLEY A. (1940) - Le plateau du Thymerais. Étude morphologique. *Bull. Ass. Géogr. Fr.*, n° 126-127, p. 19-23.
- CLAISE (1972) - Champrond-en-Gâtine : 1019-1862. Champrond-en-Gâtine, ronéotypé, 28 p.
- COUTURIER M., COUTURIER P. (1991) - Les édifices religieux du canton de La Loupe. Spécial inventaire monumental. *Bull. Soc. Archéol. d'Eure-et-Loir*, n° 28, 39 p.
- DANGEARD L. (1937) - Sur quelques caractères des Sables du Perche aux environs de Soligny-La-Trappe (Feuille de Mortagne). *Bull. Soc. linn. Normandie*, Caen, 9, 8^e série p. 53-54.
- DANGEARD L. (1938) - Tracés nouveaux de failles dans l'Orne. *Bull. Soc. linn. Normandie*, Caen, (8), 10, p. 81-82.
- DANGEARD L. (1938) - Contribution à l'étude géologique du Perche. *Bull. Soc. géol. France*, Paris, (5), VIII, p. 257-267.

- DANGEARD L. (1939) - Observations sur la feuille géologique de Mortagne. *Bull. Soc. linn. Normandie*, Caen, 9, 8^e série, p. 145-148.
- DANGEARD L. (1943) - Sur les accidents tectoniques de la bordure occidentale du Bassin de Paris et en particulier sur ceux du Perche et du Haut-Maine. *Bull. Soc. géol. France*, Paris, (5), XIII, p. 73-79.
- DANGEARD L. (1951) - Sur la fréquence des sources d'éperon et sur leur origine. *Bull. Soc. linn. Normandie*, Caen, 6, 9^e série, 2 p.
- DANGEARD L. (1951) - La Normandie. Coll. Géologie régionale de la France, Paris : Hermann et Cie édit., 230 p.
- DEFFONTAINES B. (1990) - Développement d'une méthode d'analyse morphostructurale et morphotectonique : analyse des surfaces enveloppes du réseau hydrographique et des modèles numériques de terrain. Application au Nord-Est de la France. Thèse Université Paris VI, 230 p.
- DELESTANG L.-C. (1803) - Chorographie du 4^e arrondissement communal du département de l'Orne ou du district de la sous-préfecture de Mortagne, an XI.
- DENIZOT G. (1940) - À propos de la morphologie du Thymerais. *Bull. Ass. géogr. Fr.*, n° 128-129, p. 35-37.
- DESPREZ N., LABOURGUIGNE J., MANIVIT J. (1980) - Évolution des principales structures du Bassin de Paris de la fin du Dogger au début du Quaternaire. *Bull. inf. Géol. Bass. Paris*, 17-4, p. 161-167.
- DEVEZE M. (1962) - Une admirable réforme administrative : la grande réformation des forêts royales sous Colbert (1661-1680). École nationale des Eaux-et-Forêts, Imprimerie G. Thomas, Nancy, 290 p.
- DEWOLF Y. (1982) - Le contact Ile-de-France - Basse Normandie. Étude géodynamique. *Mém. et Doc. Géogr.*, CNRS édit., Paris, 253 p.
- DEWOLF Y., KUNTZ G. (1980) - Présomption de rejeux plio-quaternaires ou quaternaires, d'anciens accidents en Basse-Normandie, du Perche à la Vallée de la Seine. Analyse de phénomènes de subsurface, repérés lors du levé des cartes géologiques et géomorphologiques à 1/50 000. *Bull. inf. Géol. Bass. Paris*, 17-4, p. 15-19.
- DORDOLOT (de) R. (1947) - Souvenirs. A. Goemaere éditeur, Bruxelles, 629 p.
- DORÉ F. (1972) - La transgression majeure du Paléozoïque inférieur dans le Nord-Est du Massif armoricain. *Bull. Soc. géol. France*, Paris, (7), 14, p. 79-93.
- DORÉ F., JUIGNET P., LARSONNEUR C., PAREYN C., RIOULT M. (1987) - Normandie - Maine. Guides géologiques régionaux. Paris : Masson édit., 2^e édition, 1987, 216 p.
- DORNIC F. (1963) - L'industrie dans le Perche : textile et fer. Cahiers percherons n° XVIII, Association des Amis du Perche, Mortagne, 40 p.

- DORNIC F. (1984) - Le fer contre la forêt. Éditions Ouest-France, Rennes, 255 p.
- DUBOURG G. (1924) - Les voies romaines. Leur relation avec l'industrie gauloise et gallo-romaine. *Bull. Soc. hist. et archéol. de l'Orne*, t. XVIII p. 128-132.
- DUFAY D. (1957) - Étude stratigraphique et pétrographique du Cénomanién inférieur et moyen du Perche septentrional. *Bull. Soc. linn. Normandie*, Caen, 9, 8^e série.
- DUGUÉ O. (1987) - La bordure occidentale du Bassin anglo-parisien au Callovo-Oxfordien (Jurassique) : contrôle morphotectonique des changements sédimentaires. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 305, II, p. 981-985.
- DUGUÉ O. (1989) - Géodynamique d'une bordure de massifs anciens. La bordure occidentale du Bassin anglo-parisien au Callovo-Oxfordien. Thèse, Univ. Caen, 593 p.
- DUGUÉ O., FILY G., RIOULT M. (1987) - La bordure armoricaine du Bassin anglo-parisien au Bathonien et à l'Oxfordien : comparaison de deux plates-formes carbonatées. 1^{er} Congrès français de Sédimentologie, Paris, p. 156-157.
- DUREAU DE LA MALLE (1823) - Description du bocage percheron. Imprimerie de Fain, Paris, 123 p.
- ÉVRARD H. (1987) - Risques liés aux carrières souterraines abandonnées de Normandie. *Bull. Liais. Ponts et Chaussées*, Paris, 150-151, p. 96-108.
- FAVROT C., BOUZIGUES R. (1975) - Études préliminaires en vue du drainage des terres agricoles du Sud-Ouest du département de l'Eure. INRA-ENSA, Service d'étude des sols, Montpellier, 5 fasc.
- FISHER R. (1994) - Les maisons paysannes du Perche. Éd. Eyrolles, 224 p.
- GIGOT C. (1984) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Illiers-Combray (n° 290) - Orléans : BRGM. Notice explicative par C. Gigot (1984), 26 p.
- GIGOT C. (1990) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Courville-sur-Eure (254). Orléans : BRGM. Notice explicative par C. Gigot et coll. (1990), 35 p.
- GUILLIER A. (1886) - Géologie du département de la Sarthe. Le Mans, Monnoyer édit., 430 p.
- GUILLOCHEAU F. (1991) - Mise en évidence de grands cycles transgression - régression d'origine tectonique dans les sédiments mésozoïques du Bassin de Paris, *C.R. Acad. Science*, Paris, (1) 312, p. 1587-1593.
- INSTITUT D'ÉCOLOGIE APPLIQUÉE (1995) - Le patrimoine naturel du Perche : hiérarchisation des sites de grands intérêts en vue des actions pédagogiques et de préservation. Choix des sites en vue des actions du Parc Naturel Régional. IEA Orléans, 25 p. + fiches.

- INVENTAIRE GÉNÉRAL DU PATRIMOINE (1994) - Le patrimoine industriel de l'Orne. Inventaire général des monuments et des richesses de la France, région de Basse-Normandie. *Les Indicateurs du Patrimoine*, SPADEM Édit. 412 p.
- ISAMBERT M. (1980) - Contribution de la cartographie des sols à l'inventaire d'accidents tectoniques dans l'Ouest du Bassin de Paris. *Bull. Inf. Géol. Bass. Paris*, vol. 17, n° 4, p. 11-13.
- ISAMBERT M. (1984) - Carte pédologique de la France (1/100 000), feuille Châteaudun (I-9). Service d'étude des sols et de la carte pédologique de France. INRA, Olivet. 1 carte et 1 notice de 259 p.
- ISAMBERT M., COUTELLE A. (1989) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Nogent-le-Rotrou (289). Orléans : BRGM. Notice explicative par M. Isambert et A. Coutelle (1989), 23 p.
- JUIGNET P. (1971) - Modalités du contrôle de la sédimentation sur la marge armoricaine du Bassin de Paris à l'Aptien-Albien-Cénomanién. *Bull. BRGM*, Orléans, (2), I, 3, p. 113-126.
- JUIGNET P. (1974) - La transgression crétacée sur la bordure orientale du Massif armoricain. Thèse doctorat d'État, Univ. Caen, CNRS AO 9643, 806 p.
- JUIGNET P. (Coord.), DAMOTTE R., FAUCONNIER D., KENNEDY W. J., MAGNIEZ-JANNIN F., MONCIARDINI C., ODIN G.-S. (1983) - Étude de trois sondages dans la région-type du Cénomanién. La limite Albien-Cénomanién dans la Sarthe (France). *Géologie de la France*, n° 3, p. 193-234.
- JUIGNET P., LOUAIL J. (1986) - La transgression du Crétacé moyen-supérieur sur la bordure du Massif armoricain. Dynamique sédimentaire, relations Bassin de Paris - Bassin aquitain, eustatisme et contrôle régional. *In Coll. Transgressions et régressions au Crétacé*. Dijon, 1985, *Mém. Géol. Univ. Dijon*, 10, p.31-45.
- JUIGNET P., LEBERT A. (1986) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Mamers (n° 288). Orléans : BRGM. Notice explicative par P. Juignet et A. Lebert (1986), 38 p.
- JUIGNET P., MARY G. (1987) - Journées sarthoises ; 28 - 29 -30 mai 1987. Assoc. géol. Bassin Paris. Livret guide, 60 p.
- JUY C. (1998) - Les églises romanes du Perche. Mém. DEA Histoire, Univ. Paris I. 102 p.
- KUBIENA W. L. (1953) - *The Soils of Europe*. Consejo superior de investigaciones científicas, Madrid - Thomas Murby and Co, London, 317 p
- KUNTZ G., MONCIARDINI C., VERRON G. (1984)- Carte géol. France (1/50 000), feuille Bernay (n° 148), Orléans : BRGM. Notice explicative par G. Kuntz et coll. (1985), 28 p.

- LAIGNEL B. (1993) - Les matériaux résiduels à silex de la marge occidentale du Bassin de Paris. Caractérisation, bilan des transformations minérales au cours de leurs genèse et utilisation potentielle comme granulats. Mém. DEA Univ. Orléans et Poitiers et BRGM Orléans. 51 p.
- LAIGNEL B. (1997) - Les altérites à silex de l'Ouest du Bassin de Paris : caractérisation, genèse et utilisation potentielle comme granulats. Thèse Doct. Univ. Rouen, 224 p.
- LAUTRIDOU J.-P. (1985) - Le cycle périglaciaire pléistocène en Europe du Nord-Ouest et plus particulièrement en Normandie. Thèse, Univ. Caen, Groupe Science Éd., 908 p.
- LEBRET P., MENILLET F., BÉGUIN P., CHARNET F., FAUCAUNIER D., GARDIN S., KOENIGUER J.-C., MONCIARDINI C. (1996) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Verneuil (215). Orléans : BRGM. Notice explicative par P. Lebret *et al.* (1996).
- LEMÉE G. (1937) - Recherches écologiques sur la végétation du Perche. Thèse sciences naturelles. Librairie générale de l'enseignement, Paris, 392 p.
- LEROUX M. (1910) - L'industrie du fer dans le Perche. Thèse de droit, Rousseau et Cie, Paris, 156 p.
- MÉGNIEU C. (Coord.) (1980) - Synthèse géologique du Bassin de Paris. Mém. BRGM n° 110, Orléans, 2 vol. 466 p et 50 pl.
- MÉNILLET F., VERMEIRE R. (1971) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Chartres (n° 255). Orléans : BRGM. Notice explicative par F. Ménillet et coll. (1971), 35 p.
- MÉNILLET F., KUNTZ G. (1988) - Tectonique cassante affectant le Mésozoïque sur la bordure orientale du Massif armoricain. Région d'Argentan (Orne). *Bull. inf. géol. Bassin de Paris*, (25), 2, p. 31-33.
- MÉNILLET F., DUGUEY E., FROBERT L., HAVICEK P., MONCIARDINI C., MAGET P., PIERRET A., (1994) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Dreux (n° 216). Orléans : BRGM. Notice explicative par F. Ménillet et coll. (1994), 67 p.
- MÉNILLET F., GONZALÈS G., KUNTZ G., RIOULT M., HALVICEK P., LEBRET P. (1994) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Vimoutiers (n° 177). Orléans: BRGM. Notice explicative par F. Ménillet, M. Rioult et coll. (1994), 91 p.
- MÉNILLET F., LEBRET P., BÉGUIN P., CHARNET F., HÉRARD B., LEMOINE B., PERRON C. (1997) - Carte géol. France (1/50 000), feuille L'Aigle (n° 214) : Orléans : BRGM. Notice explicative par F. Ménillet et coll. (1998), 114 p.
- MÉNILLET F., MONCIARDINI C. (1991) - Existence du Sénomien dans le Pays d'Auge méridional (Orne). *Géologie de la France*, 1, p. 17-21.

- MERLET L. (1850-1851) - *Passim. in* : Dictionnaire topographique d'Eure-et-Loir, Chartres.
- MOGUEDET G., POINT I., POIRIER G., VAUTHIER S., WERKMEISTER M. (1998) - Carte géol. France (1/50 000) feuille Mortagne-au-Perche (n° 252). Orléans : BRGM. Notice explicative par G. Moguedet et coll. (1998), 86 p.
- MONCIARDINI C. (1987-1988) - Etudes micropaléontologiques des échantillons de craie, d'argiles à silex et des Sables du Thymerais. Rapp. BRGM GEO/SED 28, 51, 63, 71, 80; 88 SGN/GEO/GSB 84.
- MONCIARDINI C. (1993) - 1/50 000 Verneuil, l'Aigle et Mortagne-au-Perche. Étude micropaléontologique de 55 silex creux et d'un ancien sondage AEP de Senonches. Rapport BRGM GEO/GSM/93/011, janv. 1993, 16 p.
- MUSSET R. (1919) - Le Perche, noms de pays. *Annales de Géographie*, XXVIII, n° 155, p. 342-359.
- OFFICE NATIONAL DES FORÊTS : aménagements anciens des forêts domaniales de Senonches et Montécot, archives de la Division d'Eure-et-Loir, Chartres.
- ONFRAY J. (1939) - Nouveaux tracés de failles dans le Perche (feuille géologique de Mortagne). *Bull. Soc. linn. Normandie*, Caen, 1, 9^e série, p. 55-67.
- ONFRAY J. (1948) - Bêtoires et résurgences de la craie cénomaniennne du Perche. *Bull. Soc. linn. Normandie*, Caen, 5, 8^e série, p. 8-10.
- OULD MOHAMED S., ISAMBERT M. (1996) - Étude pédologique de la tourbière des Froux (28). INRA, Unité Sciences du sol d'Orléans. CNRPC. AEPNRP. 12 p. + annexes.
- PÉDÉLABORDE P. (1957) - Le climat du Bassin parisien. T. Genin, Paris, 539 p., 116 pl.
- PELATAN J. (1992) - Le guide de l'Orne et du Perche. Guides de la Manufacture. 291 p.
- PERERA S. (1997) - Contribution à l'étude des zones humides oligotrophes à sphaignes. Mém. BTS : Gestion et protection de la nature, Neuvic et ass. Étude pour un Parc naturel du Perche, 54 p. + 7 annexes
- PONGE J.-F., CHARNET F., ALLOUARD J.-M. (2000) - Comment distinguer dysmoder et mor ? : l'exemple de la forêt domaniale de Perche-Trappe (Orne). *Revue Forestière Française*, LII, n°1, pp. 23-37
- QUESNEL F. (1993) - Les formations résiduelles à silex de l'Ouest du Bassin parisien. Nouvelles méthodes d'investigation et de synthèse. Mém. DEA, Dijon, 33 p.

- QUESNEL F. (1997) - Cartographie numérique en géologie de surface. Application aux altérites à silex de l'Ouest du Bassin de Paris. Thèse Doct. Univ. Rouen, BRGM Éd, 268 p.
- QUESNEL F., BOURDILLON C., LAIGNEL B. (1996) - Maastrichtien supérieur au Nord-Ouest du bassin de Paris (France) - Témoins résiduels en Seine-Maritime. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 322, lia, p. 1071-1077.
- RICHARD G. (1969) - Les forges normandes en 1811. *Revue d'histoire des mines et de la métallurgie*, t. I, n° 2, pp. 151-232.
- RIOULT M., DUGUE O., JAN DU CHENE R., PONSOT C., FILY G. MORON J.-M., VAIL P.-R. (1991) - Outcrop sequence stratigraphy of the anglo-Paris basin, Middle to Upper Jurassic (Normandie, Maine, Dorset) *Bull. Centre Rech. Expl. Prod. Elf Aquitaine*, 15, p. 102-194.
- ROBIN A.-M., GUILLET B., DUCHAUFOUR P. (1983) - Écologie des podzols du Bassin parisien ; exemples en forêts de Fontainebleau et Villers-Cotterêts. *Revue Forestière Française*, XXXV, n° 1, p. 35-45.
- ROBIN C., GUILLOCHEAU F., LE STRAT P., DESRASSES S., BESSEREAU G., BONIJOLY D., VAIRON J. (1991) - Évolution géométrique de la plate-forme mixte terrigène/carbonatée du Jurassique inférieur du Bassin de Paris. 4^e Congrès français de Sédimentologie, Paris. *Bull. Assoc. Séd. français*, Paris, 19, p. 317-318.
- RODET J. (1982) - Contribution à l'étude des karsts de la craie ; l'exemple normand et quelques comparaisons. Thèse 3^e cycle, Univ. Paris I, 427 p.
- RODET J. (1991) - Les karsts de la craie, étude comparative. Thèse doctorat d'État, Univ. Paris IV, 562 p.
- RODET J. (1993) - Le rôle des formations quaternaires dans le drainage karstique. L'exemple des craies du Bassin de Paris. *Quaternaire*, 4, (2-3), p. 97-102.
- RODET J. (1996) - Une nouvelle organisation géométrique du drainage karstique des craies : le labyrinthe à maillage : l'exemple du karst de la Mansonnière (Bellou-sur-Huisne, Orne, France). *C.R. Acad. Sci.*, t. 322, n° 12, p. 1039-1045.
- SIERRA P. (1998) - Étude paléohydrologique du bassin de la Sarthe. Mémoire de DEA, Université de Paris XII, 67 p.
- THIRY M. (1981) - Sédimentation continentale et altération associée : calcitisations, ferruginisations et silicifications. Les argiles plastiques du Sparnacien du Bassin de Paris. Th. État Sciences, *Sci. Géol.*, 64, Strasbourg, 173 p., 10 pl. ht.
- THIRY M. (1993) - Silicifications continentales. In H. PAQUET et N. CLAUER, Sédimentologie et Géochimie de la Surface. Colloque à la mémoire de Georges Millot, Coll. Acad. Sci. et CADAS, Paris, p. 117-198.

- THIRY M., TRAUTH N. (1976) - Évolution historique de la notion d'Argiles à silex. *Bull. inf. géol. Bassin de Paris*, vol. 13, n° 4, p. 41-48.
- THIRY M., CAVELIER C., TRAUTH N. (1976) - Les sédiments de l'Éocène inférieur du Bassin de Paris et leurs relations avec la paléoaération de la craie. *Sci. géol. Bull.*, tome 30, fasc. 3, p.113-128.
- THIRY M., SIMON-COINCON R. (1996) - Tertiary paleoweatherings and silcretes in the southern Paris Basin, CATENA, Elsevier Science, 26, p. 1-26.
- TOURENQ J., KUNTZ G., LAUTRIDOU J.-P. (1991) - Démonstration par l'exoscopie des quartz des conditions marines de mise en place des sédiments pliocènes (Sables de Lozère) de Haute-Normandie (France). *C.R. Acad. Sci.*, Paris, (2) 312, p. 855-862.
- TREGOMAIN (de) A. (1893) - Le Haut-Perche et ses forêts domaniales. Berger-Levrault, Nancy, 144 p.
- VAN VLIET-LANOË B., PELLERIN J., CHAUVEL J.-J. (1998) - Le bassin du Coët-Dan au cœur du massif armoricain. In Agriculture intensive et qualité des eaux ; C. Cheverry édit., publ. INRA, p. 11-24.
- WYNS R. (1991a) - L'utilisation des paléosurfaces continentales en cartographie automatique probabiliste. *Géologie de la France*, 3, p. 3-9.
- WYNS R. (1991b) - Évolution tectonique du bâti armoricain au Cénozoïque d'après l'analyse des paléosurfaces et des formations géologiques associées. *Géologie de la France*, 3, p. 11-42.
- WYNS R. (1996) - Essai de quantification de la composante verticale de la déformation fini-cénozoïque en Poitou, Limousin occidental et dans la plate-forme nord-aquitaine d'après les analyses de paléosurfaces continentales et des sédiments associés. Réunion ASF-SGF « Quantification de la tectonique et de l'eustatisme », Rennes, octobre 1996, p. 39.

Cartes géologiques à 1/80 000

- Feuille *Chartres* – 2^e édition (1905) : Dollfuss G.
- Feuille *Chartres* – 3^e édition (1938) : réimpression de la 2^e édition.
- Feuille *Mortagne* – 1^{ère} édition (1882) : Guillier A.
- Feuille *Mortagne* – 2^e édition (1942) : Bigot A., Dangeard L. et Onfray J.
- Feuille *Mortagne* – 3^e édition (1967) : Pareyn C., Doré F., Juignet P.

Cartes géologiques à 1/50 000

- Feuille *Alençon* (n° 251) : Dassibat C., Doré F., Kuntz G., Le Gall J., Rioult M., Verron G. (1982). Édit. BRGM, Orléans.
- Feuille *Bernay* (n° 148) : Kuntz G., De La Quérière P., Monciardini C. et Verron G. (1985). Édit. BRGM, Orléans.

Feuille *Breteuil-sur-Iton* (n° 179) : Kuntz G., Dewolf Y., Frilleux P.-N., Monciardini C., De La Quèrièrè P., Verron G. (1982). Édité. BRGM, Orléans.

Feuille *Chartres* (n° 255) : Ménillet F., Vermeire R. (1971). Édité. BRGM, Orléans.

Feuille *Courville-sur-Eure* (n° 254) : Gigot C. (1990). Édité. BRGM, Orléans.

Feuille *Dreux* (n° 216) : Ménillet F., Duguey E., Frobert L., Havicek P., Monciardini C., Maget P., Pierret A. (1994). Édité. BRGM, Orléans.

Feuille *Fresnay-sur-Sarthe* (n° 287) : Juignet P., Lebert A., Le Gall J. (1983). Édité. BRGM, Orléans.

Feuille *Illiers-Combray* (n° 290) : Gigot C. et Desprez N. (1983). Édité. BRGM, Orléans.

Feuille *L'Aigle* (n° 214) : Ménillet F., Lebert P., Béguin P., Charnet F., Hérard B., Lemoine B., Perron C. (1997). Édité. BRGM, Orléans.

Feuille *Mamers* (n° 288) : Juignet P., Lebert A. (1986). Édité. BRGM, Orléans.

Feuille *Mortagne-au-Perche* (n° 252) : Moguedet G., Point I., Poirier G., Vauthier S., Werkmeister M. (1998). Édité. BRGM, Orléans.

Feuille *Nogent-le-Rotrou* (n° 289) : Isambert M., Coutelle A. (1989). Édité. BRGM, Orléans.

Feuille *Verneuil-sur-Avre* (n° 215) : Lebert P., Ménillet F., Béguin P., Charnet F., Fauconnier D., Gardin S., Koeniger J.-C., Monciardini C. (1995). Édité. BRGM, Orléans.

Feuille *Vimoutiers* (n° 177) : Ménillet F., Gonzalès G., Kuntz G., Rioult M., Haulicer P., Lebert P. (1994). Édité. BRGM, Orléans.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient pour leur aide Mesdames et Messieurs :

P. ALEXANDRE, historien tardais.

M. COUSIN, du Service des cavités souterraines de Maine-et-Loire.

B. HUBERT, ingénieur géologue à la Société SOLEN, à Chartres.

M. ISAMBERT, de l'INRA d'Orléans.

P. JUIGNET, professeur à l'Université de Caen.

C. JUY, historienne et archéologue, Paris.

F. MENILLET, ingénieur au BRGM à Strasbourg.

N. NOGARET, chargée de mission au Parc naturel du Perche.

S. PERERA, du Parc naturel du Perche.

C. PYTEL, du Syndicat intercommunal pour le développement du tourisme dans le Perche, Mortagne-au-Perche.

J. RODET, chargé de recherches au CNRS, Rouen.

P. SIGURET, Maire de Montceaux et historien.

R. SIMON-COINCON, de l'École des Mines de Paris.

M. THIRY, de l'École des Mines de Paris.

A.-M. VIALA, chargée de mission au Parc naturel du Perche.

R. WYNS, ingénieur géologue au BRGM, Orléans.

AUTEURS

G. MOGUEDET, coordinateur, professeur à l'Université d'Angers ;

F. CHARNET, ingénieur à l'IDF (Institut de développement forestier), antenne interrégionale d'Orléans, pour la partie « Sols, végétation et cultures » ;

B. LEMOINE, ingénieur hydrogéologue, hydrogéologue départemental, Direction des services de l'aménagement, Département de l'Orne, Alençon.

avec la collaboration de :

Y. MARCHAND, V. MASSON, H. PAPIN et S. VAUTHIER, étudiants en géologie à l'Université d'Angers, pour les levés d'affleurement ;

F. CHARNET, Institut de développement Forestier, pour la rédaction de la partie Sols, végétations et cultures ;

B. LEMOINE, hydrogéologue du Département de l'Orne, pour la rédaction de la partie Ressources en eau, Département de l'Orne.

Les levés sur le terrain ont été réalisés en 1995 - 1996 - 1997.

Présentation au CCGF : 10 mai 1999

Acceptation de la carte et de la notice : 10 décembre 1999

Impression de la carte : 2000

Impression de la notice : 2000

ANNEXE

ANNEXE 1. OUVRAGES DE PRODUCTION D'EAU DES DÉPARTEMENTS DE L'ORNE ET DE L'EURE-ET-LOIR

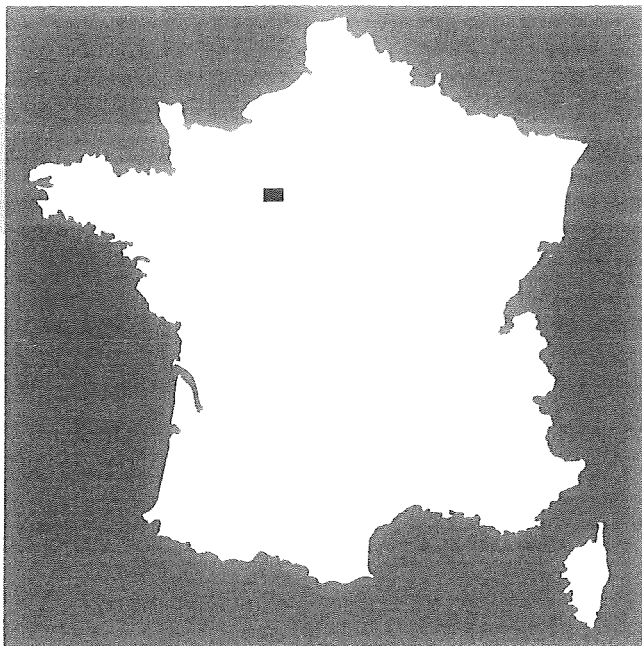
DÉPARTEMENT DE L'ORNE OUVRAGES DE PRODUCTION 1 - OUVRAGES EXPLOITÉS							
INDICE NATIONAL	COMMUNE	LIEU-DIT	DÉNOMINATION	CODE INSEE	UTILISATEUR	GESTIONNAIRE	NATURE
0253-5X-0013	BOISSY-MAUGIS	La Chaloudière	C1	22	SIAEP BOISSY MAUGIS	SIAEP	Source
0253-5X-0008	DORCEAU	Château d'eau	C1	48	COMMUNE DE DORCEAU	COMMUNE	Forage
0253-1X-0017	L'HOMME-CHAMONDOT	La Motte	Le Bourg	69	COMMUNE L'HOMME-CHAMONDOT	COMMUNE	Puits
0253-1X-0007	LONGNY-AU-PERCHE	Launay-Ferré	S1	75	SIAEP LONGNY-AU-PERCHE	SLE/DUMEZ	Source
0253-5X-0011	LE MAGE	La Cucuyère	F2	75	SIAEP LONGNY-AU-PERCHE	SLE/DUMEZ	Forage
0253-2X-0007	MARCHAINVILLE	La Butte-aux-Frénex	F2	79	SIAEP MARCHAINVILLE-MOISSONVILLIERS	SIAEP	Forage
0253-1X-0018	MOULICENT	Les Forges	F2	86	SIAEP MOULICENT-MALETABLE	SIAEP	Forage
0253-6X-0002	MOUTIERS-AU-PERCHE	Launay	C1	89	COMMUNE DES MOUTIERS-AU-PERCHE	COMMUNE	Source
0253-2X-0011	NEUILLY-SUR-EURE	Le Plessis	F1	92	COMMUNE DE NEUILLY-SUR-EURE	COMMUNE	Forage
0253-3X-0008	NEUILLY-SUR-EURE	L'Écotay	F1	92	COMMUNE DE NEUILLY-SUR-EURE	COMMUNE	Puits
0253-7X-0012	LE PAS-SAINT-L'HOMER	La Repasserie	F2	96	SIAEP DU PAS-SAINT-L'HOMER	SIAEP	Forage
0253-7X-0010	BRETONCELLES	Le Perruchet	F1	96	SIAEP DU PAS-SAINT-L'HOMER	SIAEP	Forage
0253-5X-0014	REMAILARD	La Lunandière	C1	110	COMMUNE REMALARD	COMMUNE	Source
0253-5X-0022	REMAILARD	La Lunandière	C2	110	COMMUNE REMALARD	COMMUNE	Puits

DÉPARTEMENT DE L'EURE-ET-LOIR OUVRAGES DE PRODUCTION 1 - OUVRAGES EXPLOITÉS							
INDICE NATIONAL	COMMUNE	LIEU-DIT	DÉNOMINATION	CODE INSEE	UTILISATEUR	GESTIONNAIRE	NATURE
0253-3X-2031	MANOU	Les Crabassinières	S	232	COMMUNE DE MANOU	SLE/DUMEZ	Source
0253-3X-2033	LES RESSUITES	Château d'eau	FAEP	314	SIDEP DU VAL-SAINT-CYR	SLE/DUMEZ	Captage
0253-4X-0005	SENONCHES	F1	F1	373	SIDEP DU VAL-SAINT-CYR	SLE/DUMEZ	Forage
0253-4X-0007	SENONCHES	F2	F	373	SIDEP DU VAL-SAINT-CYR	SLE/DUMEZ	Forage
0253-4X-0037	SENONCHES	F3	F	373	SIDEP DU VAL-SAINT-CYR	SLE/DUMEZ	Forage
0253-7X-2001	FONTAINE-SIMON	La Bécanne	F	156	COMMUNE DE FONTAINE-SIMON	COMMUNE	Puits
0253-8X-0001	LA LOUPE	AEP 2	F	214	COMMUNE DE LA LOUPE	SLE/DUMEZ	Forage
0253-8X-0003	LA LOUPE	AEP 3	F	214	COMMUNE DE LA LOUPE	SLE/DUMEZ	Forage
0253-8X-0015	SAINT-ELIPH	Les Pavillons	F	335	COMMUNE DE SAINT-ELIPH	SLE/DUMEZ	Forage
0253-8X-0055	BELHOMERT-GUEHOUVILLE	La Massoterie	F	33	SIAEP DE BELHOMERT	SIAEP	Forage

ANNEXE 1. OUVRAGES DE PRODUCTION D'EAU DES DÉPARTEMENTS DE L'ORNE ET DE L'EURE-ET-LOIR

DÉPARTEMENT DE L'ORNE OUVRAGES DE PRODUCTION 1 - OUVRAGES EXPLOITÉS										
INDICE NATIONAL	COMMUNE	LIEU-DIT	NATURE	PROFONDEUR m.	DÉBIT DE PRODUCTION	COORDONNÉES Lambert I			NIVELLEMENT RÉFÉRENTIEL	AQUIFÈRE CAPTÉ
						X	Y	Z (m)		
0253-5X-0013	BOISSY-MAUGUIS	La Châtaignière	Source			480,690	1084,680	175,000	Carte 1/25000	Crête du Cénomannen - Libre
0253-5X-0008	DORCEAU	Château d'eau	Forage	50,00	20	485,630	1082,400	153,400	Carte 1/25000	Crête du Cénomannen - Libre
0253-1X-0017	L'HOMME-CHAMONDOT	La Motte	Puits	25,25	2	481,080	1100,950	228,000	Carte 1/25000	Sables du Perche - Libre
0253-5X-0011	LE MASGE	Lainay-Ferré	Source	65,00	80	482,630	1092,270	175,000	Carte 1/25000	Sables du Perche - Libre
0253-2X-0007	MARCHAINVILLE	La Cucuyère	Forage	51,00	15	486,860	1090,390	171,000	Carte 1/25000	Crête du Cénomannen - Captif
0253-1X-0018	MOLLICENT	La Boute-aux-Frileux	Forage	51,00	15	488,725	1099,625	253,000	Carte 1/25000	Crête du Cénomannen - Libre
0253-6X-0002	MOUTIÈRES-AU-PERCHE	Les Forges	Forage	81,30	20	484,100	1087,800	188,000	Carte 1/25000	Sables du Perche - Libre
0253-2X-0011	NEUILLY-SUR-EURE	Lainay	Source	20,7		490,430	1086,510	160,000	Carte 1/25000	Crête du Cénomannen - Libre
0253-3X-0008	NEUILLY-SUR-EURE	Le Plessis	Forage	50,90	60	492,500	1092,900	235,000	Carte 1/25000	Sables du Perche - Semi-captif
0253-7X-0012	LE PAS-SAINT-L'HOMER	L'Écotay	Puits	11,60	10,7	495,600	1095,075	240,000	Carte 1/25000	Sables du Perche - Libre
0253-7X-0010	BRETONCELLES	La Represserie	Forage	73,00	125	494,84327	1090,56277	226,510	Géométrie - GPS	Sables du Perche - Semi-captif
0253-5X-0014	REMARLARD	Le Perruchet	Forage	70,00	50	496,16341	1086,92869	214,480	Géométrie - GPS	Sables du Perche - Libre
0253-5X-0022	REMARLARD	La Lunaudière	Source	18,00	15	484,110	1,085,880	175,000	Carte 1/25000	Sables du Perche - Libre
0253-5X-0024	REMARLARD	La Lunaudière	Puits	18,00	15	484,130	1085,900	174,000	Carte 1/25000	Sables du Perche - Libre

DÉPARTEMENT DE L'EURE-ET-LOIR OUVRAGES DE PRODUCTION 1 - OUVRAGES EXPLOITÉS										
INDICE NATIONAL	COMMUNE	LIEU-DIT	NATURE	PROFONDEUR m.	DÉBIT DE PRODUCTION	COORDONNÉES Lambert I			NIVELLEMENT RÉFÉRENTIEL	AQUIFÈRE CAPTÉ
						X	Y (L.1)	Z (m)		
0253-3X-2031	MANOU	Les Chabassimèdes	Source	30,00	10,00	497,100	1094,100	232,000	Carte 1/25000	Sables du Perche / Crête de Rouen - Libre
0253-5X-2053	LES RESSUINTES	Château d'eau	Captage	50,00	45,00	496,256	399,726 (L.2)	259,000	Géométrie	Sables du Perche - Libre
0253-4X-0005	SENONCHES	F1	Forage	40,20	44,00	504,700	1095,425	225,000	Carte 1/25000	Sables du Perche - Libre
0253-4X-0007	SENONCHES	F2	Forage	35,00	115,00	504,550	1094,900	228,000	Carte 1/25000	Sables du Perche - Libre
0253-4X-0057	SENONCHES	F3	Forage	46,00	120,00	504,375	1094,975	247,000	Carte 1/25000	Sables du Perche - Libre
0253-7X-2001	FONTAINE-SIMON	La Bécanne	Puits	40,30	26,00	498,675	1089,700	226,000	Carte 1/25000	Sables du Perche - Libre
0253-8X-0001	LA LOUPE	AEP 2	Forage	43,45	100,00	501,500	1086,375	200,000	Carte 1/25000	Sables du Perche - Libre
0253-8X-0003	LA LOUPE	AEP 3	Forage	50,00	130,00	501,500	1086,150	205,000	Carte 1/25000	Sables du Perche - Libre
0253-8X-0015	SAINTE-ELIPE	Les Pavillons	Forage	40,00	14,00	505,950	1085,225	201,000	Carte 1/25000	Sables du Perche - Libre
0253-8X-0055	BELHOMERT-QUEHOUVILLE	La Massoterie	Forage	33,00	20,00	504,975	1089,720	197,000	Carte 1/25000	Sables du Perche - Libre



LA LOUPE

La carte géologique à 1/50 000
LA LOUPE est recouverte par les coupures
suivantes de la Carte géologique
de la France à 1/80 000 :
à l'Ouest : MORTAGNE (N° 63)
à l'Est : CHARTRES (N° 64)

Laigle	Verneuil	Dreux
Mortagne- au-Perche	LA LOUPE	Courville- sur-Eure
Mamers	Nogent- le-Rotrou	Illiers Combray

