

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

**LIVAROT**

par

F. MÉNILLET

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE,  
DE LA RECHERCHE ET DE LA TECHNOLOGIE  
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  
LIVAROT À 1/50 000**

**par**

**F. MÉNILLET**

**avec la collaboration de  
C. BOURDILLON, D. FAUCONNIER, A. HOUARI,  
C. LANGEVIN, B. HÉRARD, P. BÉGUIN**

**1999**

**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* : MÉNILLET F., HOUARI A., REYNES J.-L. (1999) – Carte géol. France (1/50 000), feuille Livarot (147). Orléans : BRGM. Notice explicative par Ménillet F. et *al.* (1999), 98 p.

*pour la notice* : MÉNILLET F., avec la collaboration de BOURDILLON C., FAUCONNIER D., HOUARI A., LANGEVIN C., HÉRARD B., BÉGUIN P. (1999) – Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Livarot (147). Orléans : BRGM, 98 p. Carte géologique par Ménillet F. et *al.* (1999).

© BRGM, 2000. Tous droits de traduction et de reproduction réservés. Aucun extrait de ce document ne peut être reproduit, sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit (machine électronique, mécanique, à photocopier, à enregistrer ou tout autre) sans l'autorisation préalable de l'éditeur.

ISBN : 2-7159-1147-5

## SOMMAIRE

Pages

<b>RÉSUMÉ</b>	<b>5</b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>7</b>
<i>PRÉSENTATION DE LA CARTE</i>	7
<i>TRAVAUX ANTÉRIEURS – CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE</i>	11
<b>DESCRIPTION DES TERRAINS</b>	<b>13</b>
<i>TERRAINS MASQUÉS PAR LA COUVERTURE MÉSOZOÏQUE</i>	13
<i>TERRAINS AFFLEURANTS</i>	16
<b>Jurassique</b>	16
<b>Crétacé</b>	34
<b>Formations superficielles</b>	40
<b>TECTONIQUE</b>	<b>57</b>
<b>SYNTHÈSE GÉODYNAMIQUE RÉGIONALE</b>	<b>60</b>
<b>GÉODYNAMIQUE RÉCENTE</b>	<b>64</b>
<b>GÉOLOGIE DE L'ENVIRONNEMENT</b>	<b>65</b>
<i>OCCUPATION DU SOL</i>	65
<i>ÉLÉMENTS DE GÉOTECHNIQUE</i>	67
<i>RISQUES NATURELS</i>	70
<i>RESSOURCES EN EAU</i>	70
<i>SUBSTANCES UTILES, CARRIÈRES</i>	78
<i>GÎTES ET INDICES MINÉRAUX</i>	81
<b>DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE</b>	<b>81</b>
<i>PRÉHISTOIRE ET ARCHÉOLOGIE</i>	81
<i>SITES CLASSÉS, SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES</i>	82
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	82
<b>AUTEURS</b>	<b>90</b>
<b>ANNEXES</b>	<b>91</b>
<i>ANNEXE 1 - TABLEAU D'ÉQUIVALENCE DES NOTATIONS SUR LES 1/50 000 LIVAROT, VIMOUTIERS ET LISIEUX</i>	92
<i>ANNEXE 2 - LISTE DES SITES ARCHÉOLOGIQUES ET INDICES DE SITES CARTOGRAPHIÉS</i>	93

## LISTE DES FIGURES

	<b>Pages</b>
Fig. 1 - Situation de la feuille Livarot dans le cadre des régions naturelles de Basse-Normandie	<b>6</b>
Fig. 2 - Logs représentatifs de la série stratigraphique affleurante sur la carte à 1/50 000 Livarot	<b>8-9</b>
Fig. 3 - Coupe du Calcaire oolitique de Lisieux (Oxfordien moyen) à Saint-Aubin-sur-Algot (Calvados)	<b>24</b>
Fig. 4 - Coupe du sondage n° 3-13 dans les calcaires oolitiques et coralliens de Lisieux	<b>25</b>
Fig. 5 - Coupe de la carrière du Pont-de-Glos (Oxfordien moyen et supérieur, Sud pays d'Auge, Sud-Est de Lisieux)	<b>26</b>
Fig. 6 - Rapports géométriques entre les séquences I et II des Sables de Glos dans la sablière de Livet (Sud de Lisieux)	<b>27</b>
Fig. 7 - Extension paléogéographique des Sables de Glos et du Calcaire gréseux de Hennequeville	<b>27</b>
Fig. 8 - Coupes dans les Sables de Glos à Cordebugle	<b>30-31</b>
Fig. 9 - Principaux types granulométriques des Sables de Glos	<b>32</b>
Fig. 10 - Coupes dans la Formation résiduelle à silex pénétrant en poches les assises crayeuses du Cénomanién	<b>44</b>
Fig. 11 - Courbes granulométriques de formations limoneuses de la feuille à 1/50 000 Livarot	<b>50</b>
Fig. 12 - Carte des principaux sites archéologiques de la région de Livarot	<b>80</b>

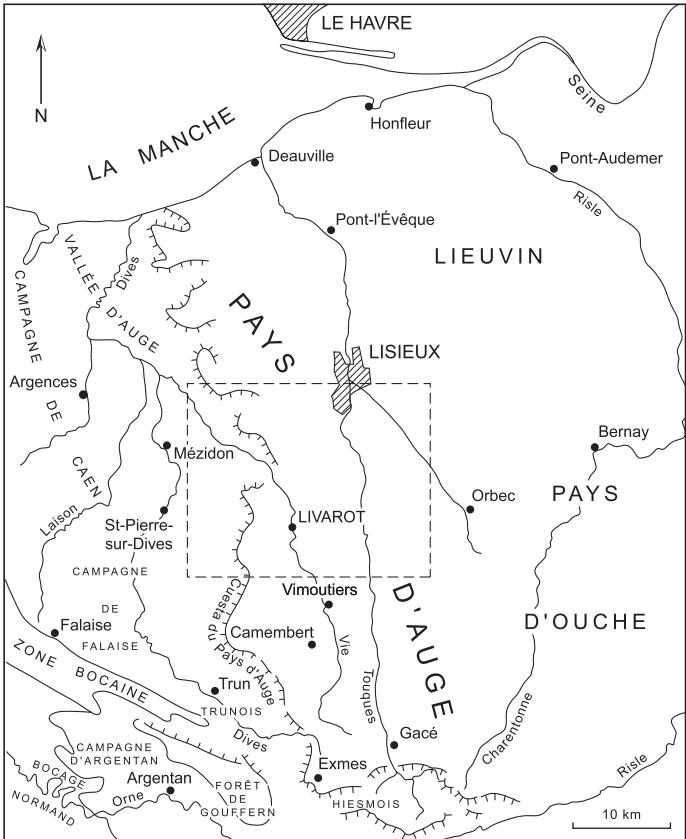
## LISTE DES TABLEAUX

Tabl. 1 - Subdivisions biostratigraphiques et lithologiques de l'Albien et du Cénomanién en pays d'Auge	<b>38</b>
Tabl. 2 - Analyses chimiques d'échantillons de la Formation résiduelle à silex de la carte à 1/50 000 Livarot (Saint-Pierre-des-Ifs) et de la feuille voisine Bernay (Courtonne-les-Deux-Églises)	<b>46</b>
Tabl. 3 - Caractéristiques granulométriques des limons LP et $\text{C}\text{E}$	<b>49</b>
Tabl. 4 - Données granulométriques sur les limons lœssiques et les argiles limoneuses. Sondage 147-8-29, Family, La Vannetière (Calvados)	<b>51</b>

## RÉSUMÉ

Localisée sur la bordure occidentale du bassin de Paris, la feuille Livarot à 1/50 000 est entièrement située dans le pays d'Auge, plateau très disséqué, profondément entaillé par les réseaux de deux fleuves côtiers normands, la Touques et la Dives. L'ossature des plateaux est constituée par les craies glauconieuses du Cénomaniens, souvent profondément altérées en silts argileux à cherts et, près de la surface, en argile résiduelle à silex (Formation résiduelle à silex). Ces craies reposent sur une couche d'argile verte très glauconieuse, la Glauconie de base, d'âge albien, transgressive sur la série jurassique tronquée. Ainsi, elle recouvre, du Sud-Ouest au Nord-Est, successivement les marnes du Callovien supérieur, celles de l'Oxfordien inférieur et les calcaires de l'Oxfordien moyen. Vers le Nord-Est, elle recouvre enfin des sables et argiles aptiens superposés à des sables de l'Oxfordien supérieur (Sables de Glos). Le Tertiaire n'est représenté que par des grès et conglomérats en blocs résiduels et de très rares poches de sables. Le Quaternaire comprend des alluvions – alluvions anciennes (Pléistocène moyen à supérieur probable), alluvions fines de fond de vallées d'âge holocène – des limons lœssiques et surtout d'épaisses et étendues formations périglaciaires de versant.

Dans l'ensemble, les couches sont faiblement inclinées du Sud-Ouest vers le Nord-Est. Leur pendage n'a cependant pas une valeur constante, les couches pouvant être horizontales ou plus ou moins inclinées et enfin présenter quelques accidents (failles et flexures). La faille la plus importante est celle de Courtonne, de direction sensiblement Est-Ouest, qui remonte et bascule vers le Nord les terrains secondaires, au Nord-Est de la carte.



**Fig. 1 - Situation de la feuille Livarot dans le cadre des régions naturelles de Basse-Normandie**

## INTRODUCTION

### *PRÉSENTATION DE LA CARTE*

#### **Situation administrative**

La feuille Livarot se situe dans la région Basse-Normandie et entièrement dans le département du Calvados. Elle comprend en partie ou en totalité les communes suivantes :

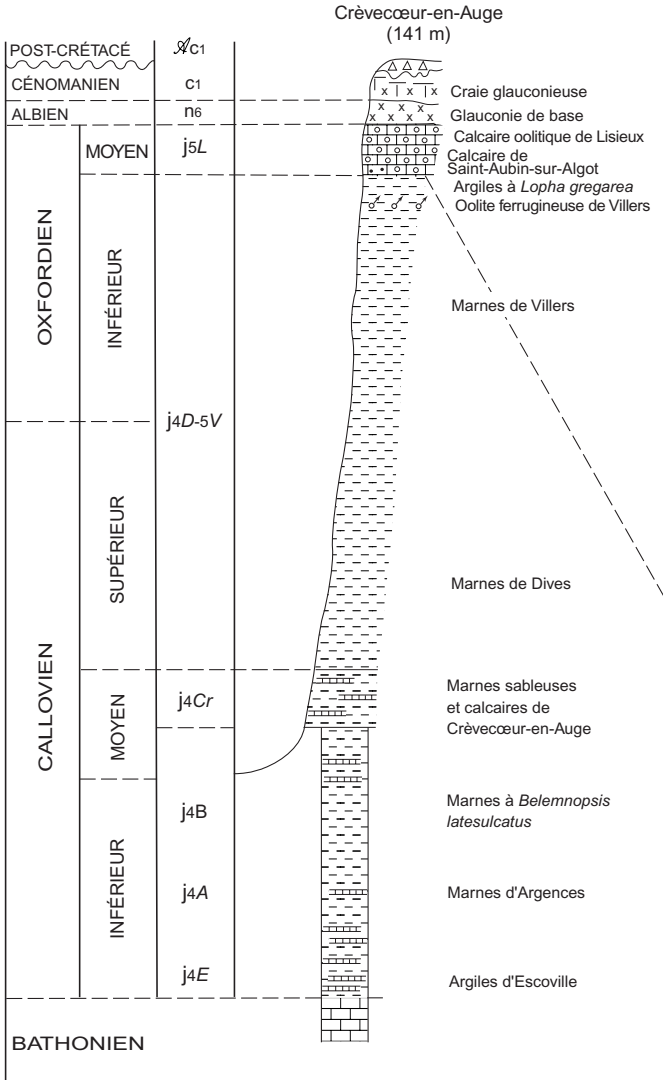
Auquainville, Les Autels-Saint-Bazile, Bellou, Beuvillers, Biéville-Quétiéville, Boisse, La Boissière, Bretteville-sur-Dives, La Brévière, Cambremer, Cernay, Cerqueux, La Chapelle-Haute-Grue, La Chapelle-Yvon, Cheffreville-Tonnencourt, Cordebugle, Coupesarte, Courtonne-la-Meurdrac, Courtonne-les-Deux-Églises, Crèvecœur-en-Auge, La Croupette, Family, Fervaques, Glos, La Houblonnière, Lécaude, Le Mesnil-Bacley, Le Mesnil-Durand, Le Mesnil-Eudes, Le Mesnil-Germain, Le Mesnil-Guillaume, Le Mesnil-Mauger, Le Mesnil-Simon, Lessard-et-le-Chêne, Lisieux, Lisores, Livarot, Marolles, Meulles, Mittois, Monteille, Montviette, Les Moutiers-Hubert, Notre-Dame-de-Courson, Notre-Dame-d'Estrées, Notre-Dame-de-Livoye, L'Oudon\*, Ouille-la-Bien-Tournée, Préaux-Saint-Sébastien, Le Pré-d'Auge, Prêteviller, Le Renouard, Les Monceaux, Saint-Cyr-de-Ronceray, Saint-Denis-de-Mailloc, Saint-Désert-de-Lisieux, Saint-Germain-du-Livet, Saint-Georges-en-Auge, Saint-Jean-du-Livet, Saint-Julien-de-Mailloc, Saint-Julien-le-Faucon, Saint-Laurent-du-Mont, Saint-Loup-de-Fribois, Saint-Martin-de-Bienfaite-La-Cressonnière, Saint-Martin-de-la-Lieue, Saint-Martin-de-Mailloc, Saint-Martin-du-Ménil-Oury, Saint-Michel-du-Livet, Saint-Ouen-le-Houx, Saint-Ouen-le-Pin, Saint-Pierre-des-Ifs, Sainte-Foy-de-Montgommery, Sainte-Marguerite-des-Loges, Sainte-Marguerite-de-Viette, Tordouet, Tortisambert et Vieux-Pont.

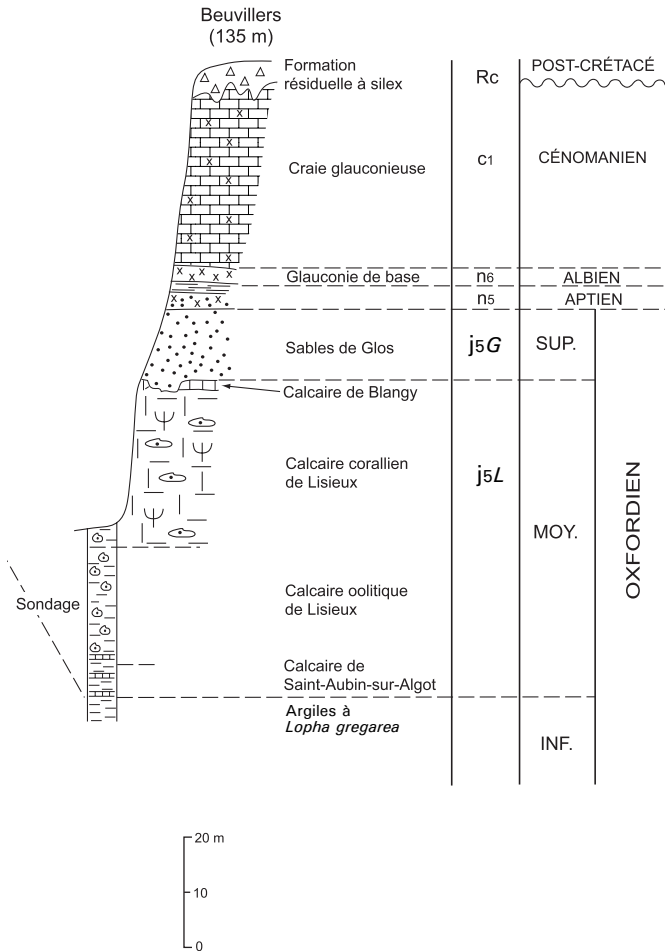
#### **Situation géographique**

La feuille Livarot de la carte géologique à 1/50 000 de la France se situe sur la bordure occidentale du bassin de Paris (fig. 1), en pays d'Auge, plateau très disséqué par les réseaux hydrographiques des fleuves côtiers normands : la Touques à l'Est et les affluents, en rive droite, de la Dives à l'Ouest. Presque réduit à des lignes de crêtes séparant les vallées principales, le plateau s'abaisse légèrement du Sud (200 à 223 m) au Nord (155 à 175 m). Les rivières sont encaissées de 80 à 100 m, la Touques s'abaissant à la cote de 40 m à Lisieux, et la Dives coulant à une altitude inférieure à 10 m, en aval de Saint-Loup-de-Fribois. Vers l'Ouest, le plateau, à soubassement de craie glauconieuse du Cénomaniens, se termine par une cuesta, la

\* L'Oudon regroupe les anciennes communes d'Écots, Montpinçon, Notre-Dame-de-Fresnay, Saint-Martin-de-Fresnay, Tôtes, Lieury, Ammeville, Garnetot et Grandménil, ces trois dernières étant entièrement situées sur la feuille Vimoutiers.







**Fig. 2 - Logs géologiques représentatifs de la série stratigraphique affleurante sur la carte à 1/50 000 Livarot**

côte d’Auge, qui domine un long glacis accidenté de quelques buttes, établi sur les marnes du Callovien ; c’est l’avant-pays d’Auge. Vers le Nord-Ouest, le glacis se raccorde à la dépression plus ou moins marécageuse (marais de la Dives) de la vallée d’Auge (feuilles Mézidon et Caen à 1/50 000). À l’Est de la Touques, le plateau est moins disséqué et passe progressivement au pays d’Ouche (feuille Bernay à 1/50 000).

### **Cadre géologique régional**

En pays d’Auge, le socle hercynien est entièrement recouvert par la série marine mésozoïque qui comprend (fig. 2) :

- des calcaires de plate-forme du Bajocien et du Bathonien, non affleurants ;
- des marnes du Callovien et de l’Oxfordien inférieur, affleurant dans l’avant-pays d’Auge et le fond de la vallée de la Vie ;
- des calcaires de plate-forme de l’Oxfordien moyen à supérieur, entaillés au Nord-Est par le paléochenal estuarien des Sables de Glos, d’âge oxfordien supérieur ; les assises de l’Oxfordien supérieur affleurent dans la partie basse des versants de la Touques, de l’Orbiquet et de la Courtonne ;
- une fine couche d’argile noire, d’âge aptien, au Nord-Est de la carte puis, sur toute son étendue, une glauconitite albiennaise (la « Glauconie de base ») marquent le retour de la mer après une lacune s’étendant du Kimméridgien à l’Aptien ou l’Albien ;
- des craies glauconieuses d’âge cénomanien surmontent la Glauconie de base et ont été tronquées à leur partie supérieure par altération. La microfaune des silex de la Formation résiduelle à silex (altérite recouvrant ici le Céno-manien) témoigne de la présence, avant altération, des craies du Turonien, du Coniacien, du Santonien. Selon le contexte régional, des craies du Campanien se sont peut être déposées dans l’emprise de la carte.

Le Tertiaire n’est représenté que par des conglomérats à fragments et galets de silex, jalonnant peut-être le rivage d’une lèche marine (Yprésien ?, Rupélien ?).

Aucun élément ne permet de connaître à quel moment a commencé l’entaille des plateaux par le réseau fluvial actuel (Pliocène ?, Quaternaire ancien ?). Au Pléistocène, seuls les facteurs périglaciaires ont laissé leurs traces et leur empreinte : alluvions grossières à galets de silex, conservées en terrasses et en fond de vallées ; versants tapissés de formations de gélifluxion ; plateaux recouverts de lèss. Les dépôts holocènes sont essentiellement cantonnés dans les fonds de vallées (alluvions fines limono-sableuses), les fonds de vallons et les bas de versants (colluvions).

La feuille Livarot comprend donc, à l’affleurement, des formations sédimentaires d’âge jurassique (Callovien, Oxfordien), crétacé (Cénomanién), tertiaire (grès et poudingues résiduels) et quaternaire (limons lœssiques, alluvions, formations de versants), ainsi que des formations d’altération, principalement la Formation résiduelle à silex, d’âge tertiaire à quaternaire.

### *TRAVAUX ANTÉRIEURS – CONDITIONS D’ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE*

La carte départementale du Calvados (Caumont (de), 1825), puis la carte géologique de France à 1/500 000 de Dufrenoy et Elie de Beaumont (1842) fournissent les premiers éléments cartographiques sur la région. L’exploration détaillée du sous-sol débute avec les levers de la carte géologique à 1/80 000 : coupures Lisieux, Bernay, Caen et Falaise.

Depuis la publication des dernières éditions du 1/80 000 et la synthèse régionale de Dangeard (1951), les recherches géologiques sur le territoire de la feuille Livarot sont essentiellement poursuivies par les centres universitaires et CNRS de Caen. La base actuelle des connaissances sur le Lias régional est donnée par Rioult (1968 et 1980a). Le Cénomanién du pays d’Auge a été finement étudié par P. Juignet (1974). Plus récemment, des études très détaillées en sédimentologie et stratigraphie séquentielle concernent les terrains callovo-oxfordiens (Paienda, 1987a et b ; Dugué, 1987 à 1997 ; Dugué et Rioult, 1989a et b). Les grandes synthèses régionales permettent de replacer les observations locales dans leur cadre (Synthèse géologique du Bassin de Paris, 1980 : P. Juignet et M. Rioult pour le Crétacé et le Jurassique normands) ; stratigraphie séquentielle des affleurements du Jurassique moyen et supérieur du bassin anglo-parisien (Rioult *et al.*, 1991). En géomorphologie, les principales données régionales sont fournies par Elhāi (1963), Klein (1974), Dewolf (1982) et Lautridou (1985) ; les études locales ayant fait l’objet de mémoires universitaires (Dubois, 1953 ; Le Meur, 1966 ; Bertrand, 1967 ; Lepoiteux, 1976 ; Houari, 1994).

### **Conditions d’affleurement et choix cartographiques**

En pays d’Auge, une couverture végétale quasi continue laisse peu apparaître le sous-sol. En outre, les versants sont généralement recouverts de matériaux soliflués provenant des altérites de craie, en particulier de la Formation résiduelle à silex. La craie est elle-même souvent glissée en masses, et ses produits d’altération descendus en coulées boueuses sur le niveau plastique de la Glauconie de base, localement flué jusqu’au pied des versants. En raison de son importance pour les recherches d’eau et la géotechnique et de son intérêt en tant que niveau repère pour la géologie structurale, cette argile sableuse et glauconieuse a été suivie avec la plus grande

attention. Quelques sondages ont été effectués pour compléter sa maille d'affleurement et connaître son épaisseur. Malgré un relief très vigoureux pour le bassin de Paris, cette région est donc difficile à cartographier et la précision des contours y est rarement inférieure à la dizaine de mètres.

En l'absence de noms de formations officiellement déposés selon les règles internationales définies par le « code Hedberg » et actualisées pour la France par l'ouvrage « Stratigraphie, terminologie française » (Rey, 1997), nous avons utilisé, comme sur les cartes géologiques voisines, les noms de formations employés par les géologues régionaux (ann. 1) et répertoriés dans le « Lexique des noms de formations » de la Synthèse géologique du bassin de Paris (Mégny, 1980).

La population nous a réservé un excellent accueil et nous remercions, en particulier, toutes les personnes qui nous ont permis d'effectuer des sondages.

### **Apports scientifiques et techniques des nouveaux levés**

Par comparaison avec les levés géologiques antérieurs, la carte Livarot à 1/50 000 est beaucoup plus précise et apporte des distinctions nouvelles et une figuration beaucoup plus large et diversifiée des formations superficielles.

D'un point de vue cartographique, les levés ont été complètement refaits, les contours étant suivis sur le terrain et calés par rapport au fond topographique IGN actuel.

Du point de vue stratigraphique, la succession biostratigraphique jurassique et crétacée est détaillée et précisée par de nouvelles coupes et récoltes de fossiles : Callovien, Oxfordien, Aptien, Albien et Cénomaniens.

Du point de vue lithologique et pétrographique, la composition des différentes formations se trouve précisée par des analyses minéralogiques et des études pétrographiques.

Du point de vue structural, la cartographie détaillée de la Glauconie de base a révélé des discontinuités et des variations dans l'inclinaison des couches, fondamentales pour déterminer les écoulements d'eau dans l'aquifère de la craie cénomaniens. La faille de Courtonne a été reconnue jusqu'à la vallée de la Touques.

## DESCRIPTION DES TERRAINS

### *TERRAINS MASQUÉS PAR LA COUVERTURE MÉSOZOÏQUE*

Le sous-sol profond de cette région et les relations de la couverture mésozoïque avec le socle paléozoïque ou briovérien restent encore mal connus, peu de sondages traversant la couverture secondaire. Cependant, les formations jurassiques se relèvent dans l'ensemble vers l'WSW, et la surface de la pénéplaine posthercynienne, ennoyée sous la couverture mésozoïque, remonte également d'est en ouest et vient au jour à l'Ouest du territoire cartographié (feuille Mézidon à 1/50 000). Là où elle affleure, cette pénéplaine montre une forte inversion des reliefs entre la surface d'érosion sur synclinaux paléozoïques et celle sur l'encaissant briovérien plus tendre.

En conséquence, dans le secteur sud-ouest de la feuille Livarot, le sondage 5-47 a rencontré, directement sous les marnes du Callovien inférieur, le Grès armoricain de l'Ordovicien, à la cote NGF +55 m (sensiblement supérieure à l'altitude du fond de la vallée de l'Oudon, en contrebas du sondage).

### **Roches éruptives**

À Livarot, le sondage 6-23 a rencontré sous la série sédimentaire mésozoïque, à la profondeur de 151,50 m (cote NGF -81,50 environ), et traversé sur une vingtaine de mètres, un microgranite étudié par Madame Jérémine (Dangeard, 1936). La roche comprend des phénocristaux d'oligoclase, à 15 % d'anorthite saussuritisée, englobés par un faciès montrant une tendance vers la structure micropegmatitique. Ce faciès est constitué d'oligoclase identique à celle des phénocristaux d'albite, d'orthose, de quartz, de biotite chloritisée et de quelques lamelles de muscovite palmée ; minéraux secondaires, chlorite avec aiguilles de rutile et petits cristaux irréguliers de sphène et d'ilménite ; minéraux accessoires, zircon, sphène et apatite.

Au centre d'une anomalie gravimétrique négative, comparable à celles induites par les massifs granitiques de la région, ce microgranite pourrait être un faciès filonien ou un faciès de bordure sommital d'un massif de granite ou de granodiorite (de faciès mancennien ?) qui s'étendrait sous une grande partie de la moitié sud de la carte.

### **Briovérien**

Les dépôts gréseux (wackes) et schisteux (siltites plus ou moins schistosées) du Briovérien n'ont pas été rencontrés en sondage. En dehors des terrains granitiques, précédemment évoqués, ils constituent vraisemblablement tout le substrat profond du secteur, directement sous les assises du Jurassique ou en dessous des synclinaux paléozoïques.

## **Cambrien**

Les assises du Cambrien devraient être normalement représentées sur les flancs nord et sud des synclinaux paléozoïques. Leur continuité n'est cependant pas assurée, le bord de ces structures synclinales pouvant être affecté par des failles chevauchantes.

## **Ordovicien et Silurien**

Dans le sondage 5-47, à Mittois, des grès très durs (quartzites probables ; toit à la cote +55 m), gris ou rosés, pénétrés sur une vingtaine de mètres, ont été attribués, d'après leur faciès, à la Formation du Grès armoricain (Arénig). À l'Ouest de la localité, dans le sondage 5-32, 14 m de quartzites très durs gris sombre à noir verdâtre à intercalations de schistes noirs ont été rattachés à la Formation du Grès de May (Llandeilien – Caradocien ?). Leur toit est plus profond : cote 0 m environ. Les 16,25 m de grès quartzite à intercalations de schiste noir micacé, pénétrés à la base du sondage 5-40, à Boissey, pourraient appartenir soit à la Formation du Grès armoricain soit à celle du Grès de May. D'anciens sondages pour recherche de fer ont également rencontré les grès ordoviciens à La Quaize (commune de Bretteville-sur-Dives ; coordonnées Lambert :  $x = 430,550$  ;  $y = 151,320$ ) : Grès de May à 83 m de profondeur ; au moulin de Viette (commune de Vieux-Pont ; coordonnées approximatives :  $x = 433,450$  ;  $y = 152,200$ ) : Grès armoricain à 146 m de profondeur et au lycée agricole du Robillard (commune de l'Oudon ; coordonnées Lambert :  $x = 429,040$  ;  $y = 154,400$ ) : Grès de May ou Grès armoricain à 97,6 m de profondeur. Ces six occurrences sont l'indice de l'existence d'un synclinal paléozoïque (prolongement du synclinal de May-sur-Orne) qui comprend, très probablement, les autres formations de la série ordovico-silurienne de Basse-Normandie (Schistes du Pissot, du Llandvirnien – Llandeilien, atteints à La Quaize à 113 m de profondeur ; Schistes du Pont-de-Caen du Caradocien ; ampélites d'âge llando-vérien à post-ludlowien).

## **Surface post-hercynienne**

L'érosion différentielle et l'inversion du relief, affectant la surface de la pénéplaine post-hercynienne dans sa zone d'affleurement à l'Ouest (feuille Mézidon), impliquent des variations d'épaisseur et des changements de faciès dans la couverture mésozoïque jusque sur le territoire de la feuille Livarot. D'abord, il faut s'attendre à des épaississements à l'aplomb des anticlinaux briovériens, surcreusés dans leurs roches plus tendres. Ensuite, à plus grande échelle, les couches antérieures au Callovien s'amincissent du Nord au Sud, se biseautent ou disparaissent sur les écueils.

### Série mésozoïque anté-Callovien

Le petit nombre de sondages utilisables n'a pas permis de reconnaître dans le détail la série mésozoïque anté-callovienne. Selon le contexte régional (Mégny et *al.*, 1980), la présence de terrains triasiques est peu probable. Celle de formations liasiques (marnes et calcaires subordonnés), principalement plienschbachiennes, est au contraire possible (Riout, 1968 et 1980a).

Si à Boissey, dans le sondage 5-40, 3,50 m de calcaires durs, reposant sur des grès ordoviciens, ont été attribués au Bajocien, la partie inférieure du Dogger (Aalénien ?, Bajocien inférieur ? et, de façon plus certaine, le Bajocien supérieur) est probablement mieux représentée au Nord et au Nord-Est de la carte. Affleurant à proximité de la bordure occidentale de la feuille Mézidon, le Bathonien s'étend probablement sur l'ensemble de la carte, à l'exception de certains paléoreliefs sur grès ordovicien (sondage 5-47). À Mittois (sondage 5-32) et à Boissey (sondage 5-40), son épaisseur est réduite (22 à 23 m), et il recouvre directement les grès ordoviciens. Dans le sondage 5-32, il débute par 2 m de calcaire fin, blanc-gris, assez dur, surmonté par 4 m de calcaire grossier tendre beige à brun, pouvant appartenir au Calcaire de Ranville. La série se continue par 5 m de calcaire noir à niveaux marneux (Caillasse de la basse Ecarde) et se termine par 11 m de calcaire tendre grossier, parfois marneux (Calcaire de Langrune). Les descriptions du sondage 5-40 sont plus difficiles à interpréter ; de bas en haut (épaisseur totale 23,30 m) : 12,30 m de marne grise et calcaire ; 6 m d'argile jaune avec calcaire gris ; 3,60 m de marne grise ; 1,40 m de calcaire.

À Notre-Dame-de-Livoye, le sondage 1-1 aurait pénétré le Bathonien sur 68 m, mais la faible épaisseur (60 m) indiquée pour un ensemble comprenant le Callovien inférieur, le Callovien moyen et, au moins, une vingtaine de mètres de Callovien supérieur, ainsi que l'abondance de « marne bleue » dans le Bathonien, laisse un doute quant à la position de la limite entre les deux étages, d'autant plus que les logs électriques placent le contraste lithologique marne – calcaire à une profondeur de 120 m. L'existence de Bathonien n'est pas mentionnée dans le sondage au socle 6-23 (Dangeard, 1936), mais la description des terrains secondaires y est très sommaire (« l'Oxfordien et les terrains secondaires sous-jacents »).



## TERRAINS AFFLEURANTS

### Jurassique

#### Callovien à Oxfordien inférieur

La série marneuse callovo-oxfordienne ne donne que de menus affleurements de médiocre qualité. Elle présente des intercalations calcaires dures, mais la plupart d'entre elles sont discontinues et leur faciès est trop peu différencié pour en faire des niveaux repères. Seule, la faune de la zone supérieure du Callovien moyen (zone à Coronatum) permet de subdiviser la série.

L'épaisseur de la série marneuse callovo-oxfordienne est variable. Supérieure à 100 m dans le secteur du Billot – Notre-Dame-de-Fresnay (100 à 120 m ?), elle se réduit à 65 m au Sud-Est de Mittois, au droit d'un paléo-écueil de Grès armoricain. Elle augmente vers l'Est et le Nord, pour dépasser probablement 150 m (160-180 m ?) sur le revers de la Côte d'Auge, au droit de Notre-Dame-de-Livoye.

Quel que soit leur niveau, toutes les marnes callovo-oxfordiennes, grises en profondeur, sont généralement altérées en surface et prennent des teintes beiges, brun clair à ocre. (notation ponctuelle **Aj**). Dans les bas-fonds et en bas de versant (pays d'Auge), l'altération est hydromorphe (faciès pseudogley et gley).

La composition minéralogique de la fraction argileuse des marnes callovo-oxfordiennes est assez homogène. Elles comprennent des interstratifiés irréguliers illite-smectite, de l'illite et de la kaolinite en quantités sensiblement égales (Dugué, 1989). Les smectites peuvent prédominer au-dessus de l'Oolite de Villers (= Oolite ferrugineuse des Autels-Saint-Bazile, sondage 177-2-14, feuille à 1/50 000 Vimoutiers). La teneur en carbonates varie de 10-20 %, dans les faciès les plus silto-argileux, à 80-90 % dans les niveaux calcaires.

La faune est irrégulièrement répartie. Les brachiopodes prédominent dans le Callovien inférieur et surtout dans le Callovien moyen où ils forment des lumachelles ; leurs associations donnent de bons repères stratigraphiques et suppléent à la rareté des ammonites. Les huîtres sont abondantes dans la partie supérieure de la série, en particulier dans l'Oxfordien inférieur, qui peut être souvent identifié par la microfaune de foraminifères et le microplancton de Dinoflagellés. L'Unité j4D-5V comprend aussi des pollens (prédominance des conifères) et des spores, mais seulement des espèces à large répartition stratigraphique.

• **Callovien inférieur à Callovien moyen (partie inférieure) : Marnes de la Vallée d’Auge.** Ensemble à prédominance argileuse, d’une épaisseur de l’ordre de 40 m dans la partie occidentale de la carte, les Marnes de la Vallée d’Auge (Dugué, 1989) sont difficiles à subdiviser en raison de la rareté et de la mauvaise qualité des affleurements. Grâce à la coupe de référence de l’ancienne argilière du Fresne d’Argences (Rioult et Mourdon, 1982 ; Dugué, 1989 ; Kaenel et *al.*, 1996), les Marnes de la Vallée d’Auge ont pu être subdivisées sur la feuille voisine Mézidon (Deroin et *al.*, 1999) en trois formations : les Marnes d’Escoville, les Marnes d’Argences et les Marnes à *Belemnopsis latesulcatus*. En outre, sur cette feuille, la dernière formation constitue des buttes témoins qui en facilitent la cartographie. Le relief en buttes déborde sur la carte Livarot, ce qui a permis d’esquisser les limites des trois formations à l’Ouest de la carte. Plus à l’Est, ces limites se perdent dans la zone déprimée de la vallée de l’Oudon et nous n’avons pu subdiviser les Marnes de la Vallée d’Auge.

La seule coupe lithologique précise de la partie inférieure du Callovien est donnée par le sondage 146-4-3 (Sainte-Marie-aux-Anglais, fromagerie du petit Saint-Maclou), à 200 m de la limite occidentale de la carte ; feuille Mézidon à 1/50 000) ; à partir de la base (épaisseur totale : 42,60 m) :

- 2,00 m : calcaire marneux massif avec bois fossiles et nombreuses *Pholadomya* ;
- 14,50 m : alternance de bancs de calcaire argileux gris et de lits d’argile bleue ;
- 4,50 m : argiles grises avec nombreuses huîtres ;
- 3,00 m : petits bancs de calcaire argileux gris ;
- 7,00 m : argile gris perle avec *Serpula quadrangularis* ;
- 11,60 m : argile gris-noir.

Couverture : formation périglaciaire de versant.

Sans pouvoir faire un parallèle précis avec la coupe type locale du Fresnes d’Argences (1/50 000 Mézidon : Rioult et Mourdon, 1982 ; Dugué, 1989 ; Kaenel et *al.*, 1996), il n’est pas certain que les argiles de Lion-sur-Mer de la sous-zone à *Clydonicerias discus* (Bathonien terminal) existent ici. Les 24 m inférieurs pourraient appartenir aux Argiles d’Escoville et aux Marnes d’Argences (Callovien inférieur, zones à *Macrocephalus* et Calloviense). Enfin, les deux couches supérieures pourraient correspondre aux Marnes à *Belemnopsis latesulcatus*.

**j4E. Formation des Marnes d’Escoville : argiles noires, alternance d’argiles et de calcaires marneux (Callovien inférieur).** Sur la feuille voisine Mézidon, les Marnes d’Escoville, appelées aussi « Argiles

d'Escoville » (teneur en carbonates 25 % en moyenne ; Dugué, 1989), débute par 5 à 6 m environ d'argiles noires (membre inférieur), souvent pyriteuses, contenant localement des bois flottés. Au-dessus, 6 à 7 m d'argiles plus claires (membre supérieur), à nombreuses passées de calcaire argileux biomicritique, sont couronnées par un banc de calcaire argileux très bioclastique (Surface Argence 1). Sur la feuille Livarot, les Argiles d'Escoville pourraient être nettement plus épaisses (24 m (?) dans le sondage 146-4-3). Par leur faune (brachiopodes, ammonites), elles sont rattachées aux zones à *Macrocephalus* et Calloviense (Rioult et Mourdon, 1982 ; Dugué, 1989).

**j4A. Formation des Marnes d'Argences : argiles, calcaires marno-silteux (Callovien inférieur).** Peu épaisses dans leur localité éponyme (2,50 m ; feuille Mézidon à 1/50 000), les Marnes d'Argences sont des argiles pyriteuses très calcaires contenant, dans leur localité type, un niveau de nodules de calcaire argileux à septaria. Elles sont couronnées par un banc de calcaire argileux très fossilifère : le « Grugeon » (Surface Argences 2), de 0,20 à 0,50 m d'épaisseur. Les Marnes d'Argences sont riches en brachiopodes et ont livré l'ammonite de la zone à *Sigaloceras* et Calloviense (Rioult et Mourdon, 1982).

**j4B. Formation des Marnes à *Belemnopsis latesulcatus* : argiles bleues, argiles jaunes, riches en bélemnites (Callovien inférieur à moyen).** À Argences (feuille Mézidon à 1/50 000 ; Rioult et Mourdon, 1982), les Marnes à *Belemnopsis latesulcatus* (20 % en moyenne de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  ; Dugué, 1989) débute par 5 m d'argiles grises pyriteuses très calcaires, à passées silteuses et niveaux de lentilles calcaires, couronnées par une lentille de calcaire lumachellique fin. Cette lentille est surmontée par 8,5 m d'argiles jaunes à hydroxydes de fer et gypse, néoformés par l'oxydation de pyrite, assez fossilifères (huîtres, trigonies et la bélemnite indice *Belemnopsis latesulcatus*). Sur la feuille Livarot, les argiles pourraient être plus épaisses (20 m et plus), et renferment souvent, dans leur partie supérieure, la rhynchonelle *Septaliphoria orbignyana*, recueillie au Nord de Crèvecœur et au Sud-Ouest de la carte : buttes de la Justice, de Mesnil Tôtes et de Neuville. La récolte, sur la butte de Bougy, de quelques exemplaires de *Dorsoplicathyris dorsoplicata*, *Caryona versiplicata* et *Aromasithyris* gr. *aromasiensis*, confirme bien que les buttes témoins des confins Sud-Ouest de la carte sont coiffées par les premières assises du Callovien moyen. La faune à *Septaliphoria orbignyana* se retrouve plus à l'Est, au pied de la côte d'Auge, dans une belle coupe face à la mairie de Notre-Dame-de-Fresnay (commune de l'Oudon). Celle-ci montre de bas en haut, sous une teinte uniformément grise :

– visible sur 4 m : marnes à petits rognons calcaires, à *Septaliphoria orbignyana* et *Ornithella umbonella* (formes atteignant 3 cm de longueur) ; niveau de calcaire argileux à 0,50 m de la base ;

- 0,10 à 0,15 m : niveau discontinu de calcaire à grain fin ;
- 0,60 m : marnes contenant d'assez nombreuses *Septaliphoria orbignyana* ;
- 1,00 m : marnes avec 6 niveaux discontinus de calcaire à grain fin, souvent lumachelliques (*S. orbignyana*) ;
- 0,80 m : marnes à *Septaliphoria orbignyana*, *Ornithella umbonella*, débris d'huîtres ;
- 0,10 à 0,20 m : niveau rognonneux de calcaire fin à *Septaliphoria orbignyana*, *Ornithella umbonella* ;
- 1,10 m : marnes à très nombreuses *Septaliphoria orbignyana*, et quelques *Ornithella umbonella* d'assez grande taille (3 cm) ;
- 1,00 m : calcaire fin à nombreuses *Septaliphoria orbignyana*, plus ou moins subdivisé en lentilles par des joints marneux irréguliers ;
- 0,80 m : couverture de formation superficielle (SC) ; limons très riches en éclats de silex dans leur partie inférieure avec rares galets de quartzite remaniés de la base de l'Albien.

Le membre inférieur des Marnes à *Belemnopsis latesulcatus* est rapporté à la sous-zone à Enodatum du sommet du Callovien moyen, et le membre supérieur identifié ici par la présence de *Septaliphoria orbignyana*, à la zone à Jason du Callovien moyen (Riout et al., 1991).

**j4. Argiles calcaires à intercalations de bancs et lentilles de calcaire fin (Callovien inférieur à Callovien moyen, partie inférieure, indifférenciés).** Sur la feuille Livarot, la série argileuse du Callovien inférieur à la zone à Jason du Callovien moyen n'a pu être différenciée. Son épaisseur ne peut être évaluée que dans la partie occidentale de la feuille. Elle dépasse 40 m à la fromagerie de Saint-Maclou et à Boissey (sondage 5-40). D'après le sondage 1-1, elle se réduirait à moins de 30 m à Notre-Dame-de-Livoye, mais l'interprétation de ce sondage peut être mise en doute (voir rubrique « série mésozoïque anté-Callovien »). Une réduction de puissance (inférieure à 25 m) est mieux argumentée à Mittois (sondage 5-47), au-dessus d'un paléorelief de Grès armoricain. L'épaisseur de 110 m, donnée par Mercier (1936) dans le sondage 1-20, nous paraît exagérée ; les assises du Bathonien, souvent grises en profondeur, ont vraisemblablement été confondues avec celles du Callovien inférieur.

**j4Cr. Formation des Marnes sableuses et calcaires de Crèvecœur-en-Auge : marnes à *Ivanoviella oxoniensis* (Callovien moyen, partie supérieure).** Grâce à leur faune de brachiopodes, les marnes et calcaires de la partie supérieure du Callovien moyen se suivent bien de Notre-Dame-de-Fresnay au Mesnil-Mauger, en bas de la côte d'Auge et en flanc ou sommet de buttes témoins. En l'absence de bons affleurements et de coupes de sondages détaillées, leur lithologie précise n'est pas connue.

Leur épaisseur semble être voisine d'une dizaine de mètres. L'ammonite de zone, *Erymnoceras coronatum*, a été récoltée aux environs de Vieux-Pont et de Sainte-Marie-aux-Anglais. Au Nord-Ouest de la carte, M. Rioult et R. Mourdon (1980), suivis par O. Dugué (1989), ont identifié cette unité cartographique sous le nom de « Marnes sableuses et calcaires de Crèvecœur-en-Auge », village où ces auteurs l'ont observée (tranchées, puits et manoir Schlumberger). Assez importante, la fraction silteuse et sableuse fine, constituée de quartz détritique, aurait facilité l'érosion de la formation et le dégagement de la vaste dépression, la Vallée d'Auge, qui s'étend de Crèvecœur-en-Auge à la Manche. Les conditions d'affleurement n'ont pas permis de reconnaître la surface de Crèvecœur-en-Auge qui souligne, plus au Nord, le toit de la formation (Dugué, 1989).

**j4D-5V. Formations des Marnes de Dives, Marnes de Villers, Oolite de Villers, Argiles à *Lopha gregarea* (Callovien supérieur à Oxfordien inférieur).** Cet ensemble, à prédominance argileuse, forme l'essentiel de la côte d'Auge, au Nord-Ouest de la carte, et sa partie médiane plus au Sud. Il constitue aussi le fond de la vallée de la Vie, en amont du Mesnil-Mauger, et de celle de la Viette, en amont de Vieux-Pont. Il affleure rarement et est altéré, même sur des talus frais. Son épaisseur augmente du Sud-Ouest au Nord et à l'Est de la carte : 30 m environ à Mittois, plus de 50 m à Livarot, une centaine de mètres à Crèvecœur-en-Auge. Ces variations d'épaisseur sont en grande partie liées à une troncature en biseau, vers le Sud-Ouest, de la série Jurassique sous les assises transgressives de l'Albien.

Les Marnes de Dives et de Villers constituent la masse principale de l'unité j4D-5V. O. Dugué (1989) les a réunies sous le vocable de « Groupe des Marnes des Vaches Noires », nom des célèbres falaises situées entre Houlgate et Villers-sur-Mer, une vingtaine de kilomètres au Nord de Crèvecœur-en-Auge (Dugué, 1989) ; elles constituent les affleurements de référence les plus proches, en l'absence de coupes sur la feuille Livarot. Ce sont des marnes à passées épisodiques plus silteuses et assez pyriteuses renfermant quelques niveaux de nodules ou lentilles de calcaire argileux. Elles contiennent de la glauconie, mais de façon épisodique, en quantités moins importantes que les assises de l'Albien et en grains de petite taille. Les niveaux fossilifères comprennent principalement des huîtres (*Liogrypha dilatata*, *Lopha solitaria* et *L. Gregarea* à coquilles couvertes du foraminifère encroûtant *Nubeculinella bigoti* [= *Vinelloidea crussulensis*] *Isognomon promytiloïdes*). Sur la côte, ces couches ont fourni des ammonites des zones à Athleta, Lamberti (Callovien supérieur) et Mariae (Oxfordien inférieur) ; voir M. Rioult (1980c) et O. Dugué (1989).

À Saint-Georges-en-Auge, au Sud-Ouest de la carte, seul le Callovien supérieur est représenté (microfaune à *Falsopalmula deslongchampsii*,

*Astacolus ectypus* et *Lenticulina polonica*), directement recouvert par les assises transgressives de l'Albien (Glauconie de base). Au centre et au Nord de la feuille, la série comprend les faciès marneux de l'Oxfordien. Dans les sondages 1-24 (Lécaude) et 7-41 (Sainte-Marguerite-des-Loges), des études micropaléontologiques et palynologiques ont identifié l'Oxfordien inférieur : zone à Mariae (Marnes de Villers), zone à Cordatum (Oolite ferrugineuse de Villers et Marnes à *Lopha gregarea*).

À Lécaude, à la cote 81 m (sondage 1-24), la microfaune : *Ophthalmidium aspera*, *Lenticulina* gr. *planularia*, *Frondicularia franconica* et *Flabellamina* (= *Frondicularia*) *nikitini*, indique la zone à Mariae. À Sainte-Marguerite-des-Loges, aux deux dernières espèces, s'ajoutent *Dentalina nodigera*, *D. jurensis*, *Lenticulina quenstedti* et *Marginulina batrakiensis*. Dans ces sondages, le microplancton à dinoflagellés associé comprend : *Gonyaulacysta jurassica*, *Meiourogonaulax caytonensis*, *Surculosphaeridium vestitum*, *Rhynchodiniopsis cladophora*, *Ctenidodinium sellwoodii*, *Nannoce-ratopsis pellucida*, *Scriniodinium crystallinum*, *Tubotuberella dangeardii* et *Atopodinium prostatum*.

Au-dessus, le faciès typique de l'Oolite de Villers a été identifié dans le sondage de Lécaude (1-24) et, sur le terrain, à Coupesarte ainsi qu'à l'Est du Ménil-Durand (figuré avec un signe particulier) : il comprend des oolites ferrugineuses, à encroûtements de foraminifères porcelanés, éparses et irrégulièrement réparties, « flottant » dans un calcaire à grain fin. Ce niveau est bien connu sur les côtes du Calvados (Rioult, 1980c ; Dugué, 1989) et à l'Ouest de Cambremer (Ambonguillat, 1964), sur la feuille Lisieux à 1/50 000. À Lécaude, l'association de foraminifères (*Cribrostomoides canui*, *Marginulina* cf. *batrakiensis*, *Nodobacularia tibia*) indique la zone à Cordatum.

Au centre et au Nord de la feuille, la série marneuse de l'Oxfordien inférieur se termine par les Marnes (ou Argiles) à *Lopha gregarea*, renfermant des lumachelles (biostromes) de cette coquille d'huître, de forme allongée et plissée. Dans le forage 1-24, à Lécaude, leur épaisseur est voisine de 5 m et elles contiennent une faune variée de foraminifères benthiques caractérisant la sous-zone à Densiplicatum (Oxfordien inférieur sommital à Oxfordien moyen basal) avec : *Nodobacularia tibia*, *Nubeculinella bigoti*, *Textularia agglutinans*, *Paleogaudryina* sp., *Cribrostomoïdes canui*, *Spirillina tenuissima*, *Paalzowella* sp. Le microplancton de dinoflagellés indique l'Oxfordien inférieur : *Ctenidodinium sellwoodii*, *Gonyaulacysta cladophora*, *G. jurassica*, *Endoscrinium luridum*, *E. galeritum*, *Scriniodinium inritabile*, *Rigaudella aemula*, *Systematophora areolata*. Dans le sondage 6-29, sous la Glauconie de base, la série des marnes oxfordiennes se termine par une marne très silteuse grise à rosâtre, à passées riches en bioclastes (lamel-libranches, échinodermes, ophiurides) à flore, comme à Lécaude, à cachet

oxfordien inférieur, mais à microplancton d'âge nettement oxfordien moyen (*Citharina serracostata*, *Spirillina polygyrata*, *S. tenuissima*, *Astacolus* sp., *Lenticulina munsteri*, *Nubeculina bigoti*, *Cornoboïdes* sp.) Les Marnes à *Lopha gregarea* sont plus riches en carbonates que les Marnes des Vaches noires, et renferment des pelloïdes ferrugineux souvent encroûtés par des foraminifères et des grains de quartz dont la taille augmente vers le sommet de la formation. Souvent bioclastiques, et à débris d'échinodermes, elles forment une transition entre les vasières silicoclastiques de l'Oxfordien inférieur et la plate-forme carbonatée de l'Oxfordien moyen (Dugué, 1989).

**j5R. « Roussier » de Gacé : calcaire gréseux bioclastique, ferrugineux et roussâtre (indication ponctuelle à la Brévière) (Oxfordien inférieur, partie supérieure).** Bien caractérisé par sa teinte rouille, plus rarement rosâtre, le Roussier a été défini à Gacé et ses environs par G. Feray (1959) qui a substitué le nom vernaculaire de la formation au terme anglais « calcareous grit » (Bizet, 1883, 1885).

Le Roussier n'a été identifié que ponctuellement 400 m au NNW de la mairie de La Brévière. Son épaisseur est vraisemblablement très faible (voisine du mètre ?) et cet affleurement est proche de la limite d'extension de la formation vers le Nord-Ouest. Elle augmente probablement vers le Sud, puisqu'à Vimoutiers (anciennes carrières du Four à Chaux au lotissement du Védier) elle dépasse 7 m (Guyerdet 1885, Ménillet et *al.*, 1994).

Selon O. Dugué (1989), le microfaciès le plus représentatif du Roussier est un calcaire ferrugineux bioclastiques à pelloïdes. Il contient des quartz détritiques (10 à 15 % ; jusqu'à 50 % et plus dans les faciès de grès calcaire) et de nombreux bioclastes de bivalves et d'échinodermes. En dehors des concrétions, dues à des phénomènes d'altération, les éléments ferrugineux sont des pelloïdes ferrugineux et des oolites ferrugineuses.

L'ammonite caractéristique de la première sous-zone de la zone à Cordatum, *Cardioceras (Scarburgiceras) buskowskii-reesidei*, a été récoltée à Gacé (Feray, 1959, détermination J.W. Arkell). Le Roussier représente un dépôt de plate-forme, soumis à des influences estuariennes, dans un contexte transgressif.

**j5L. Formations du Calcaire de Saint-Aubin-sur-Algot, Calcaire oolitique de Lisieux, Calcaire corallien de Lisieux, Calcaire de Blangy (Oxfordien moyen).** Dépôts de plate-forme marine, les calcaires de l'Oxfordien moyen affleurent bien sur la partie inférieure des versants des vallées de la Touques, de l'Orbiquet, en aval de Saint-Julien-de-Mailloc et dans la vallée de l'Algot où ils remontent, vers l'Ouest, du fond de la vallée jusqu'au sommet de la côte d'Auge, au Nord de Crèvecœur. Leur épaisseur

dépasse 40 m à Lisieux et Beuvillers, s'amenuise vers le Sud-Ouest et cette masse calcaire se biseaute le long d'une ligne approximative Lécaude – Le Mesnil-Simon – Le Mesnil-Germain – Sainte-Foy-de-Montgommery. Dans la vallée de la Vie, en aval de cette dernière localité, ils font entièrement défaut. Les calcaires de l'Oxfordien moyen ont une teinte beige à jaunâtre à l'affleurement, grise en sondage, à partir d'une dizaine de mètres de profondeur. Le calcaire corallien pouvant renfermer des faciès oolitiques, la limite entre les deux formations n'est pas bien définie (fig. 2). Elle est habituellement placée au niveau de la première apparition des polypiers, limite vraisemblablement hétérochrone, même à l'échelle du détail.

Défini par O. Dugué (1987, 1989), au Nord-Ouest de la feuille Livarot, le Calcaire de Saint-Aubin-sur-Algot (fig. 3) est un calcaire bioclastique rougeâtre, mal stratifié, à oolites ferruginisées et nombreux grains de quartz. Dans la localité éponyme, il affleure sur une épaisseur de 2 mètres, et sa puissance est vraisemblablement inférieure à 5 m. Il présente des analogies avec le Roussier de Gacé et le Calcaire d'Auberville, défini plus au Nord.

Dans les coupes de sondages du secteur de Lisieux – Beuvillers, l'équivalent du Calcaire de Saint-Aubin-sur-Algot apparaît regroupé avec les Marnes à *Lopha gregarea* et attribué à la zone à *Cardioceras cordatum* (Mornod, 1948). Selon cet auteur cet ensemble, épais de 9 m (5,8 m dans le sondage 3-13, fig. 4 ; 10 m dans le sondage 3-101), est constitué de calcaires oolitiques quartzeux, un peu argileux, de teinte grise dans lesquels s'intercalent irrégulièrement des argiles grises, micacées, gréseuses.

Meuble ou consolidé, le Calcaire oolitique de Lisieux (= Oolite blanche à *Nucleolites scutatus*) a une épaisseur de l'ordre de la dizaine de mètres dans le secteur de Lisieux – Beuvillers (les premiers polypiers sont signalés à 10 m de la base dans le sondage 3-2, à Beuvillers et à 20 m dans les sondages 3-13, fig. 4, et 3-101, au Sud de Lisieux). Il présente quelques intercalations riches en quartz détritiques dans sa partie inférieure. L'épaisseur des bancs est variable (0,10 à 2 m) et la stratification est horizontale ou oblique. Le microfaciès le plus commun est une oosparite à texture de grainstone ou de packstone. Les débris de bivalves et d'échinodermes sont fréquents. À Saint-Aubin-sur-Algot (talus d'un chemin creux allant de l'école à l'église ; fig. 3), la formation, épaisse de 8 m environ, présente des horizons de galets intraformationnels, encroûtés par des huîtres (Dugué, 1989 ; fig. 3). Le Calcaire oolitique de Lisieux est un équivalent approximatif du Calcaire oolitique de Trouville attribué à la première zone d'ammonite de l'Oxfordien moyen (zone à *Plicatilis* ; Rioult, 1980c).

Meuble ou consolidé, le Calcaire corallien de Lisieux (= « coral rag ») présente une lithologie variée : faciès à débris de coraux, petits biohermes de coraux, faciès oolitiques, pisolitiques, graveleux, à pelloïdes, bioclas-



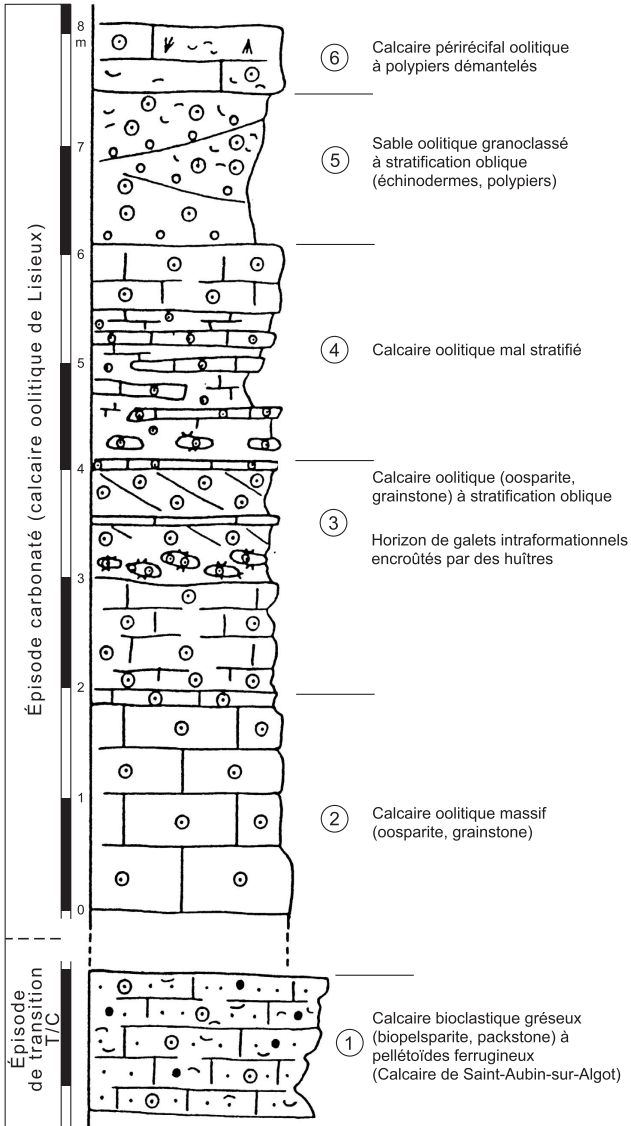
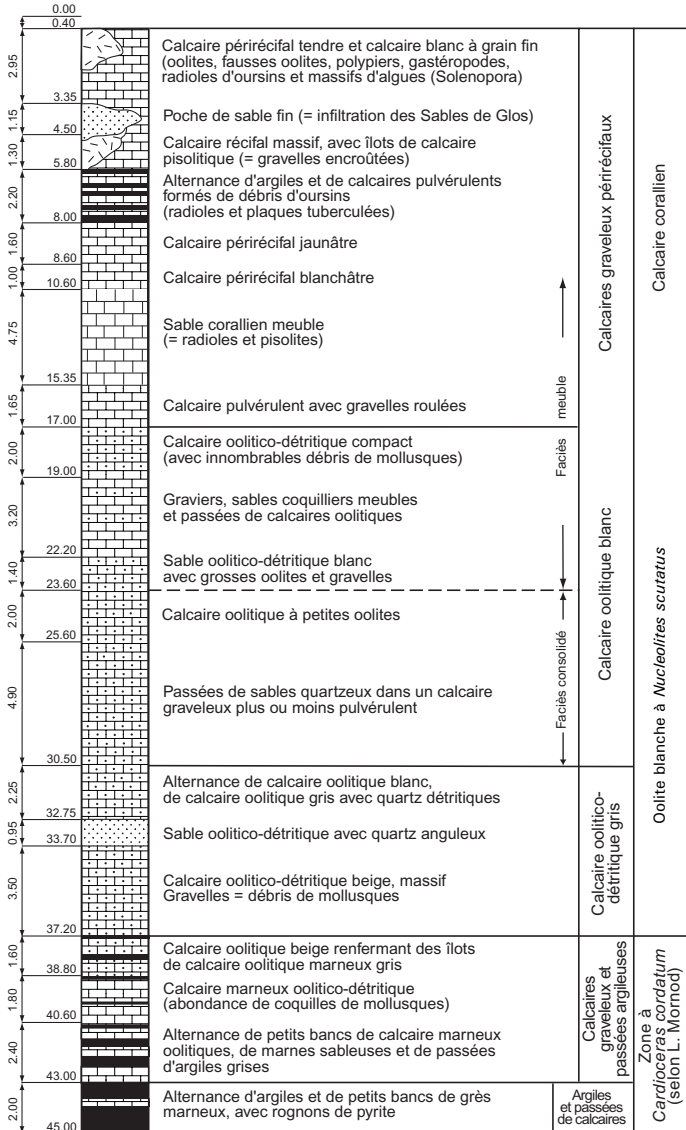
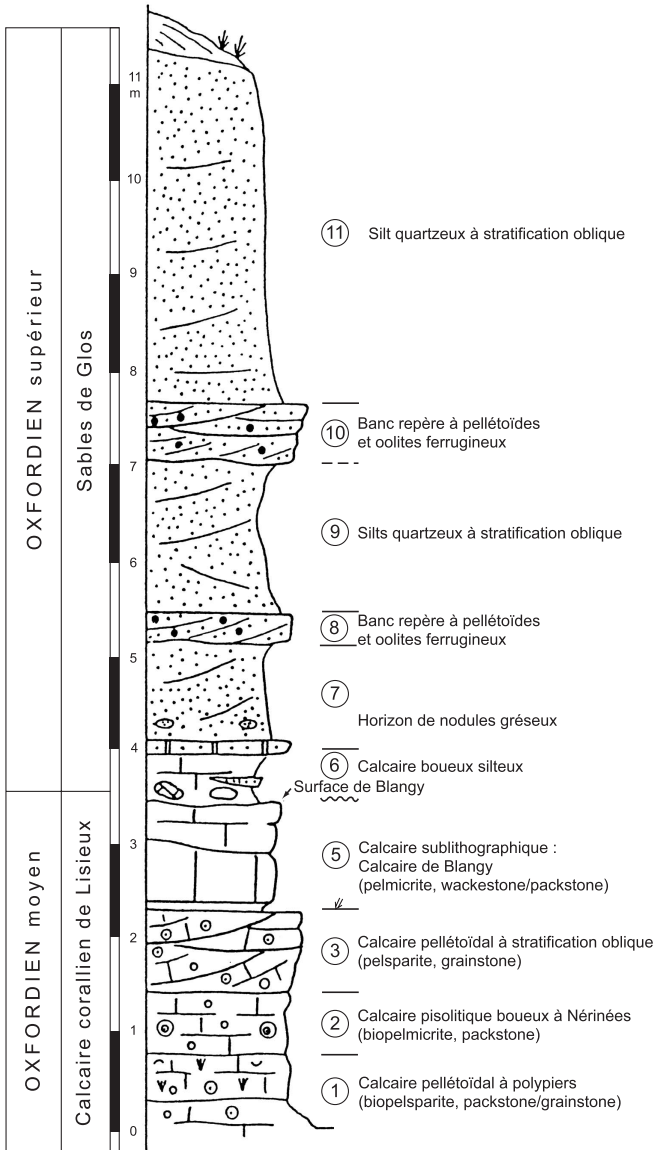


Fig. 3 - Coupe du Calcaire oolitique de Lisieux (Oxfordien moyen) à Saint-Aubin-sur-Algot (Calvados) ; d'après Dugué, 1989

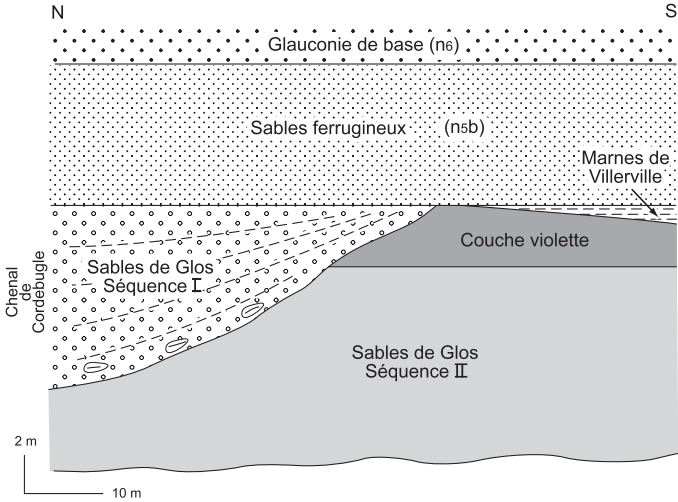


NB. : Échantillons (prélevés niveau par niveau) conservés dans les collections du Laboratoire de Géologie de l'Université de Caen

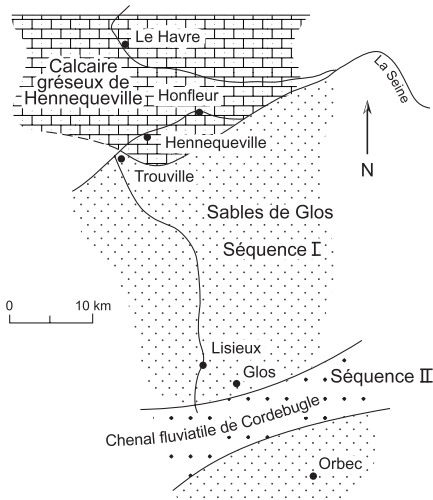
**Fig. 4 - Coupe du sondage n° 3-13 dans les calcaires oolitiques et coralliens de Lisieux**



**Fig. 5 - Coupe de la carrière du Pont-de-Glos (Oxfordien moyen et supérieur, Sud Pays d'Auge, Sud-Est de Lisieux) ; d'après Dugué (1989)**



**Fig. 6 - Rapports géométriques entre les séquences I et II des Sables de Gos dans la sablière de Livet (Sud de Lisieux) ; d'après P. Juignet, 1976**



**Fig. 7 - Extension paléogéographique des Sables de Gos et du Calcaire gréseux de Hennequeville ; d'après R. Rioult, 1975, 1980 ; P. Juignet, 1976 ; El Kadi, 1981 ; O. Dugué et M. Rioult, 1987**

tiques, fins voire sublithographiques. Les faciès périrécifaux, bioclastiques, prédominent. Les polypiers apparaissent généralement isolés et les biocénoses coralliennes construites sont rares, à la différence du secteur situé au Nord-Ouest de Lisieux (cf. coupe de La Roque-Baignard, 1/50 000 Lisieux ; Dugué, 1989 ; Païenda, 1987b). En bancs plus ou moins nets et d'épaisseur variable, la stratification est horizontale ou oblique. Les Nérinées, grands gastéropodes de forme allongée, sont fréquentes et accompagnées de bioclastes variés : bivalves, gastéropodes, bryozoaires, échinodermes (encrines, spicules et tests d'oursins), polypiers. Dans sa partie supérieure, le calcaire devient souvent boueux. Au Nord et au Nord-Est de Beuvillers (fouilles de la crypte de la basilique : Bigot, 1934 ; Pont-de-Glos : Païenda, 1987b et Dugué, 1989), ainsi qu'au Sud de Lisieux (Dugué, 1997), il se termine par un banc ou quelques bancs de calcaire sublithographique (fig. 5), désigné dans la littérature sous le nom de Calcaire de Blangy, localité au Nord-Est de Lisieux aux environs de laquelle son épaisseur peut atteindre 15 m. Ce calcaire se termine habituellement par une surface durcie, au-dessus de laquelle il peut être remanié en fragments clastiques (fig. 5). Dans les forages 3-1 et 3-101, O. Dugué (1989) a interprété 6 m de calcaires sublithographiques – reposant sur des calcaires récifaux, mais recouverts par 7 à 8 m de calcaire oolitique et pisolitique beige à Nérinées – comme un équivalent du Calcaire de Blangy.

Le Calcaire corallien de Lisieux est sensiblement un équivalent du Calcaire corallien de Trouville dont la faune appartient, pour l'essentiel, à la base de la zone à *Transversarium* (Rioult, 1980c).

**j5G. Formation des Sables de Glos : sables quartzeux (Oxfordien supérieur).** Les Sables de Glos affleurent dans la partie nord-est de la carte où leur épaisseur peut atteindre une trentaine de mètres. Leur puissance se réduit vers le Sud-Ouest et ils se terminent en biseau le long d'une ligne approximative La Houblonnière – Saint-Cyr-du-Ronceray (limite d'érosion anté-albienne à l'Ouest ; passage latéral au Calcaire à Astartes vers le Sud-Est). Ils présentent des faciès de granulométrie variable dont les plus grossiers sont localisés dans un paléochenal (chenal de Cordebugle ; Juignet 1974 ; fig. 6 et 7). À l'affleurement, leur teinte est blanche, beige, gris verdâtre clair, jaune ou ocre. À l'origine, elle était vraisemblablement noire, comme le montrent les sondages où la formation n'a pas été altérée (sondage 4-67). La coupe de référence actuelle est la carrière exploitée du Livet (commune de Cordebugle) (Juignet, 1974 et 1976 ; fig. 6 et 8). Les principaux affleurements se situent dans la vallée de la Courtonne, dans la vallée de l'Orbiquet du Ménil-Guillaume à Beuvillers et à l'Est de Saint-Martin-de-la-Lieue.

Les descriptions détaillées feront largement appel aux travaux de J. Groult (1962), P. Juignet (1965), M. Rioult (1980b, c) et O. Dugué (1989).

Les Sables de Glos présentent localement des niveaux cimentés en grès.

**Séquence inférieure des Sables de Glos.** Les Sables de Glos recouvrent les calcaires de l'Oxfordien moyen, soit par l'intermédiaire d'une surface durcie (Surface de Blangy), avec souvent un niveau de remaniement du Calcaire de Blangy à la base (fig. 5), soit par un contact irrégulier, lié à l'altération karstique du calcaire corallien de Lisieux. Les coupes de la déviation de Lisieux, à Beuvillers, et des sondages montrent des poches de sable pénétrant les calcaires jusqu'à des profondeurs de 2 à 4 m. Au-dessus de la surface de Blangy, l'ancienne coupe du Pont de Glos (fig. 5) fut remarquée par la présence de deux bancs à oolites ferrugineuses (Dangeard, 1935) et d'une ammonite de la sous-zone à Glosense dans les 6 premiers mètres de la formation. Au-dessus, la séquence 1 (Juignet, 1974), se poursuit avec des sables quartzeux à grain fin (médiane et mode généralement compris entre 0,080 et 0,150 mm), plus rarement à grain moyen, bien classés, à stratification subhorizontale ou oblique. Ils contiennent quelques lentilles fossilifères, en particulier à leur partie supérieure, et quelques fines passées argileuses. Leur teinte est blanche à gris verdâtre, beige à jaune dans les affleurements, parfois à bandes ocre dans leur partie supérieure (dépôts d'oxydes de fer par les eaux d'infiltration). Dans la carrière du Livet, cette séquence, dont l'épaisseur dépasse 10 m, se termine – là où elle n'est pas érodée par le chenal de Cordebugle – par une couche de teinte violacée (Couche violette de J. Groult, 1962) qui a subi une altération pédogénétique (Juignet, 1965) et présente des bioturbations ; son épaisseur atteint et dépasse 2 m.

**Séquence supérieure : paléochenal de Cordebugle.** Moins étendue, la seconde séquence est constituée par le remplissage d'un chenal de ravinement de direction approximative ouest-est, entaillant les sables fins de la première séquence (fig. 7). La carrière du Livet recoupe le bord sud de ce chenal (fig. 6). Cette seconde séquence est constituée de sables hétérométriques, fins à grossiers, à courbe granulométrique souvent bimodale (fig. 9) suggérant le mélange des sables fins remaniés de la séquence 1 et d'apports plus grossiers liés à la vigueur du courant. À la sablière du Livet, les bords et la base du chenal sont plus ou moins conglomératiques et contiennent : des blocs remaniés de la Couche violette, des graviers quartzeux, des fossiles roulés et des fragments de lignite. La masse des sables comprend des passées plus fines et des passées grossières, voire conglomératiques à éléments remaniés des berges ou des fonds desséchés. La stratification est oblique ou subhorizontale, en particulier pour des bancs finement lités à rides de courants, pistes d'invertébrés, contre-empreintes de pas de dinosaures et débris végétaux.

**Sommet des Sables de Glos.** Les Sables de Glos sont généralement recouverts et ravinés par les sables glauconieux aptiens, sauf au Sud de la

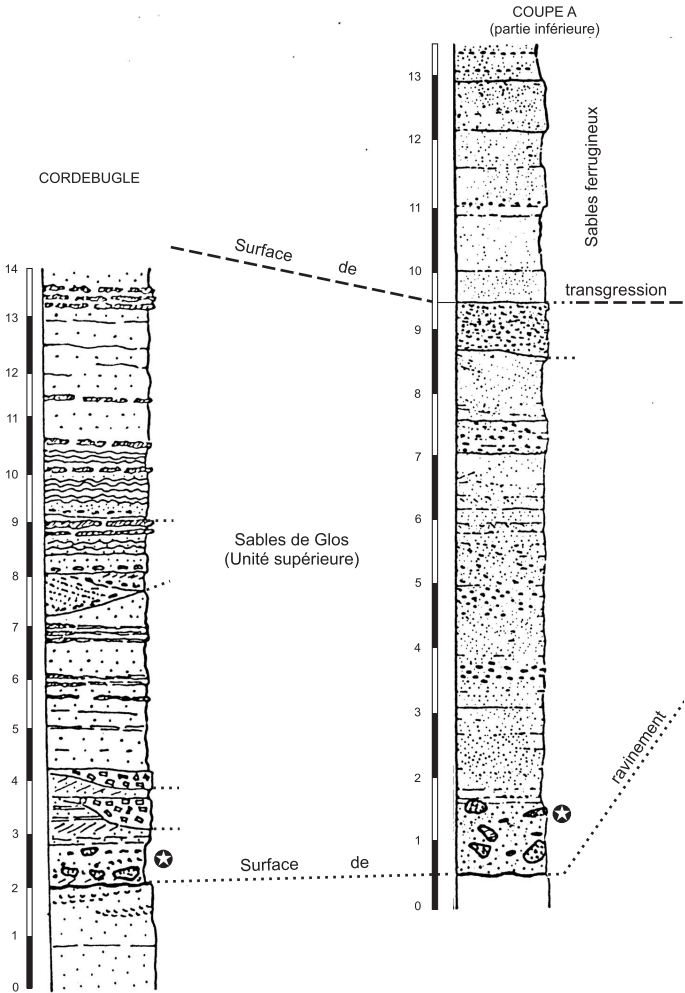
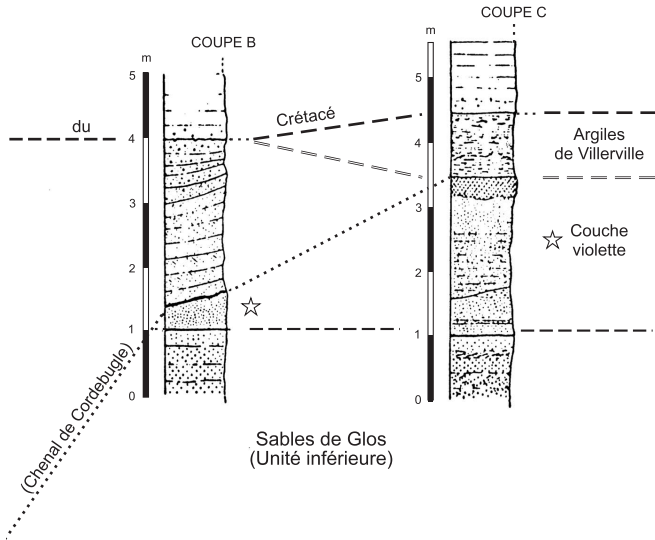


Fig. 8 - Coupes dans les Sables de Glos à Cordebugle ;  
d'après Juignet (1974 et 1976)

## Carrière de Livet

Jurassique et Crétacé  
dans la région de Cordebugle

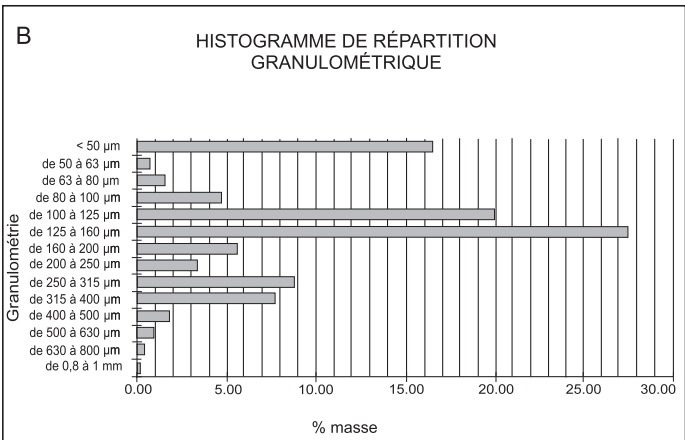
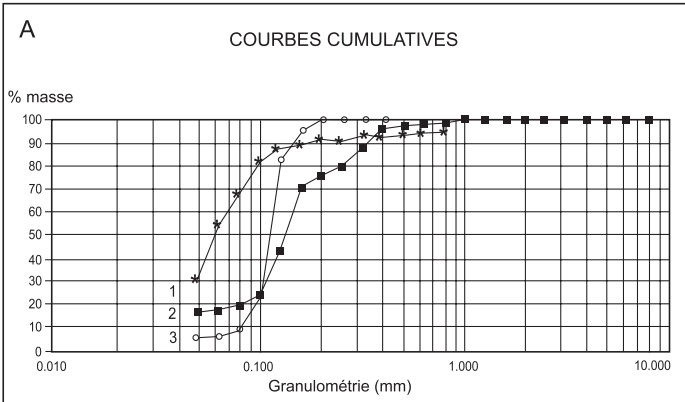
{ Sables ferrugineux : Aptien supérieur  
 { Argiles de Villerville : Oxfordien supérieur  
 { Sables de Glos

★ Couche violette remaniée en blocs et galets

☆ Couche violette en place

**Fig. 8 - (suite)**





A - Courbes cumulatives

- Séquence inférieure : 1 - Faciès limono-sableux

3 - Faciès sableux fin

- Séquence supérieure : 2 - Faciès sableux hétérométrique

B - Histogramme bimodal du faciès sableux hétérométrique 2

**Fig. 9 - Principaux types granulométriques des Sables de Glos (Glos, Calvados, sablière de la route du Sap)**

carrière du Livet où s'intercalent, entre les deux formations, des argiles attribuées à la Formation des argiles de Villerville (Juignet, 1974).

**Faune des Sables de Glos.** Particulière, la biophase des Sables de Glos donne des arguments pour un milieu estuarien. La macrofaune est dominée par les mollusques (bivalves et gastéropodes), dont les associations les plus communes comprennent des espèces capables de supporter des variations de salinité (trigones, astartes, huîtres, corbules, cyprinidés), les espèces franchement marines étant très rares. La plupart sont constituées par un grand nombre d'individus appartenant à un petit nombre d'espèces, mais, ponctuellement, ont été découverts des faluns très riches en espèces, en particulier en gastéropodes (Cordebugle, feuille Bernay à 1/50 000 ; Zittel et Goubert, 1861 ; Bigot et Brasil, 1904 ; Chavan, 1952 ; collections détruites durant la dernière guerre). Les ammonites sont rares ; *Amoeboceras glosense* et *Decipia tranchardi* ont été récoltées à la base de la première séquence. Les Sables de Glos livrent aussi des restes de vertébrés (Buffetaut et al., 1985) : dents, écailles et os de poissons (sélaciens, chimaeriformes, sémonontidés, amiiiformes, rignonontidés) ; dents et divers os de reptiles terrestres et marins (tortues, rhynchocéphales, squamates, crocodiles, théropodes, sauropodes, plésiosaures).

**Flore, microflore et microfaune des Sables de Glos.** Les restes végétaux comprennent des débris de bois, des pollens (coniférales), et du microplancton étudié dans le sondage 4-67 ; sous les sables glauconieux de l'Albien, les Sables de Glos ont été reconnus sur 8,50 m. De haut en bas, se succèdent :

– 4 m de sables noirâtres à quartz usés, arrondis, et à microflore d'âge jurassique moyen à supérieur : *Cleistosphaeridium varispinosum*, *Ctenidodinium kettonensis*, *C. gochtii*, *Glossodinium dimorphum*, *Adnatosphaeridium cauleryi*, *Sentusidinium rioulti*, *Aldorfia dictyota* ; ces sables présentent à mi-hauteur une passée argileuse à débris de mollusques et d'échinodermes ;

– 4,5 m de sable calcaire à oolites calcaires (50 %), débris coquilliers (échinodermes, gastéropodes, *Chlamys*, *Exogyra nana*) et foraminifères (*Rheophax agglutinans*, *Planularia* sp., *Ammobaculites* sp., *Conorboïdes* cf. *marginata*, *Epitomina* cf. *parastelligera*).

**Âge.** La première séquence contient des ammonites de la zone à Caustinigrae, en particulier *Amoeboceras glosense* (sous-zone à Glosense) ; la seconde séquence est rattachée à la zone à Decipiens (Rioult, 1980c ; Dugué, 1989).

**Variations latérales des Sables de Glos.** Vers le Sud, à La Chapelle-Yvon (sondage 4-2), 12 m de sables s'intercalent entre des argiles d'âge aptien ou albien et des calcaires lithographiques à faciès du Calcaire à astartes. D'une épaisseur de 2,5 m, ce calcaire présente des intercalations de grès à ciment

calcaire et recouvre une argile pénétrée sur 0,70 m. Les sables, eux, présentent une demi-douzaine d'intercalations de calcaire marneux. Cette coupe illustre le passage latéral, vers le Sud-Est, au Calcaire à astartes, également d'âge oxfordien supérieur.

**Paléogéographie.** Les Sables de Glos sont un dépôt estuarien d'un fleuve originaire de la partie septentrionale du Massif armoricain dont l'amont, à l'Ouest de Lisieux, a été érodé entre le Jurassique terminal et l'Aptien supérieur. Ce corps sableux s'étend vers l'Est jusqu'au centre du bassin de Paris (El Kadi, 1981). La première séquence présente un caractère subtidal et se termine par un épisode continental (paléosol). Montrant aussi des indices d'émersion (contre-empreintes de vertébrés terrestres) et une lithologie de type alluvial, la seconde séquence (chenal de Cordebugle) a un caractère franchement proximal et s'inscrit dans un épisode régressif à l'échelle de la région.

En limite orientale de la carte, dans la sablière de Cordebugle, hameau du Livet, P. Juignet (1974) a observé un lambeau d'argile de Villerville non érodé par les sables albiens transgressifs.

## Crétacé

Les assises du Crétacé sont transgressives sur celles du Jurassique, du Nord-Est vers le Sud-Ouest. Ainsi, la série débute par les sables aptiens au Nord-Est de la carte et par la Glauconie de base de l'Albien sur le reste de la feuille. Elle se termine par les craies glauconieuses du Cénomaniens, la suite de la série crayeuse du Crétacé supérieur (Turonien, Coniacien, Santonien) ayant été complètement altéré (Formation résiduelle à silex) et en partie érodée.

**n5. Sables siliceux et glauconieux, argiles silteuses noires à violacées (Aptien supérieur).** Sables à grain moyen à grossier, mal triés, les sables aptiens sont verdâtres à l'état frais, teintés par la glauconie et ocre à l'altération, avec souvent des taches rouille et même des niveaux de concrétions ferrugineuses qui leur ont valu le nom de « Sables ferrugineux » dans le secteur de la basse Seine. Ils affleurent sur les versants de la vallée de la Courtonne, de la basse vallée de l'Orbiquet et de la Touques entre Saint-Jean-du-Livet et Saint-Martin-de-la-Lieue. Ils ont principalement été étudiés par J. Groult (1962) et P. Juignet (1974) auxquels nous emprunterons l'essentiel des descriptions ci-dessous. Ils ne dépassent pas, vers l'Ouest, les communes de Saint-Martin-de-la-Lieue et de Saint-Jean-du-Livet et, vers le Sud, ils n'atteignent pas Prêteville et Saint-Julien-de-Mailloc. Leur épaisseur croît vers le Nord-Est : 2 m à l'Est de Saint-Martin-de-la-Lieue ; 4,4 m au Sud de Lisieux (tranchée de la déviation de la N 13, sous la D 164a ; 8 m à Courtonne-la-Meudrac ; 8 à 10 m dans la sablière du Livet à Cordebugle (lisière orientale de la carte, y = 1 157,7).

De Saint-Désir-de-Lisieux à Saint-Jean-du-Livet et à Courtonne-la-Meurdrac, les sables aptiens sont recouverts par une argile grise faiblement silteuse, dont l'épaisseur excède rarement 3 m, qualifiée de « Gault » dans la littérature ancienne (Bigot, 1895). P. Juignet (1974) a montré qu'elle renferme, à Courtonne-la-Meurdrac, des ammonites caractéristiques de l'Aptien supérieur (*Hypacanthoplites anglicus*, var. *audax*, *H.* cf. *spathi*, *H. sarasini*). Au Sud-Ouest de Beuvillers (tranchée de la déviation RN 13), cette argile renferme un microplancton à dinoflagellés très clairs difficilement déterminables : *Kiokansium polypes* et *Cyclonephelium distinctum*.

**n6. Glauconie de base : glauconitite ou argile sableuse très glauconieuse (Albien).** Meuble, généralement gorgée d'eau, la Glauconie de base se reconnaît par sa couleur vert noirâtre, un peu bleutée en sondage. Elle est très riche en grains de glauconie, minéral argileux riche en fer, magnésium et potassium, qui lui donne sa couleur verte. À l'altération elle devient ocre, le fer s'oxydant. Formant le plancher de l'aquifère de la craie cénomanienne, la Glauconie de base est généralement fluée sur les versants des vallées (Vie et Touques) et sur la Cuesta du Pays d'Auge. Elle affleure donc presque toujours en couches glissées et déformées, à une altitude souvent inférieure à sa position réelle sous les plateaux. Comprise dans une fourchette de 2 à 10 m, son épaisseur est assez variable et mal connue, peu de sondages l'ayant traversée sous les plateaux. Les épaisseurs les plus faibles ont été reconnues dans le secteur de Lisieux – Beuvillers (2 à 3 m). Ailleurs, les puissances sont généralement comprises entre 4 et 8 m (7,5 m dans le sondage 2-41, au Nord du Mesnil-Durand ; 5 m dans le sondage 6-29 à Heurtevent ; > 8 m dans le sondage 5-30, à l'Est de Mittois). À sa base, la glauconitite peut renfermer de petits galets de quartz, plus rarement de quartzite, de 1 à 5 cm de diamètre, atteignant exceptionnellement 10 cm, très roulés, à façonnement marin (forme subarrondie, ou plus rarement aplatie en forme de palets). Ils sont parfois accompagnés de rognons phosphatés. La Glauconie de base est très peu fossilifère, mais montre d'assez nombreuses figures de bioturbation (*Spongiomorpha*, *Thalassinoides*, *Chondrites* ; Juignet, 1974). Légèrement carbonatée à l'état frais, elle s'altère en limon argileux à sableux, de teinte ocre à rouille.

Aux environs de Lisieux, la Glauconie de base a été datée à environ 95 Ma (Kennedy et Odin *in* Odin, 1982 ; méthode K-Ar), âge proche de la limite Albien–Cénomaniens (96 Ma, selon G.S. Odin et C. Odin, 1990). L'étude des foraminifères et du microplancton de trois sondages confirme un âge albien, mais avec une diachronie probable de la base d'est en ouest. Dans le sondage 4-67, à Saint-Julien-de-Mailloc, la formation, épaisse de 4,5 m et probablement tronquée par l'érosion quaternaire, renferme une microfaune d'âge albien moyen (biozone II de F. Magnez-Janin, 1979) : *Triplasia incerta*, *Flabellamina excelsa*, *Haplophragmoides nonioninoides*, *Trochamina* aff. *wetteri*, *Gaudryina albiensis*, *Rheophax scorpiurus*,

*Tritaxia pyramidata*, *Ammobaculites subcretaceus*. À Heurtevent, dans le sondage 6-29, à 2 m de la base (épaisseur 5 m), elle a livré une microfaune de l'Albien terminal (biozone IX de F. Magnez-Janin, 1979) : *Guembelitra harrisi*, *Hedbergella delrioensis*, *H. planispira*, *Gavelinella cenomanica*, *Praebulimina elata*. Entre les deux, dans le sondage 7-39, la Glauconie de base, pénétrée sur 3,50 m, ainsi que les couches de transition à la craie glauconieuse ont un âge Albien supérieur (biozone VIII de F. Magnez-Janin, 1979) pour la base du sondage (*Hedbergella delrioensis*, *H. infracretacea*, *Haplophragmoides nonioninoides*, *Valvularia angulata*, *Osangularia* sp.) et un âge Albien terminal (biozone IX de F. Magnez-Janin, 1979) pour le sommet de la Glauconie de base et la couche de transition (*Hedbergella delrioensis*, *H. planispira*, *Guembelitra harrisi*, *Praeglobotruncana* cf. *delrioensis*, *Osangularia parvula*, *Arenobulimina chapmani*). Le kyste de dinoflagellé *Epelidosphaeridia spinosa* confirme l'âge Albien supérieur.

**c1. Craies glauconieuses, parfois sableuses, avec nombreux niveaux durs (surfaces durcies) (Cénomaniens indifférenciés).** Les craies du Cénomaniens, calcaire tendre appelé « marne » ou « tuf » par les agriculteurs, affleurent principalement dans les anciennes carrières sur les coteaux du pays d'Auge où elles ont été jadis extraites pour amender les terres acides des plateaux ou pour la fabrication de la chaux. En cave ou en « abris sous roche » en dessous d'un niveau de craie durcie, ces anciennes carrières artisanales, appelées « boves », comptent parmi les éléments typiques du pays d'Auge. Elles ne se dégradent que lentement, et les affleurements décrits par P. Juignet (1974), à qui nous emprunterons l'essentiel des descriptions, constituent encore les meilleures coupes de référence (« boves » du bourg de Crouttes, feuille à 1/50 000 Vimoutiers).

Les craies du Cénomaniens se reconnaissent par leur teinte blanchâtre ou verdâtre quand elles sont riches en grains de glauconie. Elles comprennent de nombreux niveaux durs, noduleux (bancs durcis ou « hard grounds »). À l'altération, leur teinte vire au gris verdâtre, au jaune ou à l'ocre, avec des sols souvent gris ou noirâtres. Entièrement décalcifiées, elles deviennent des limons plus ou moins sableux et argileux. Les faciès sableux sont fréquemment fins (« sable à lapin ») gris verdâtre à ocre. Aux affleurements, les animaux fouisseurs actuels y creusent de nombreux terriers.

En raison d'une troncature par érosion et altération, l'épaisseur des craies cénomaniennes décroît d'est en ouest. Elle atteint et dépasse 70 m à Meulles (sondage 8-1) et se maintient entre 60 et 70 m à Saint-Pierre-de-Mailloc. Sous les plateaux du centre de la feuille, elle est réduite à une vingtaine de mètres (22,5 m dans le sondage 2-2). Au Sud de la carte, elle avoisine encore 30 m (27 m dans le sondage 6-14 ; 35 m dans le sondage 6-15). Au Sud de Lisieux, de Saint-Pierre-des-Ifs au Mesnil-Guillaume, la craie cénomaniens est entièrement décalcifiée, mais reste encore large-

ment carbonatée à l'Est de la ville (30 m), comme l'ont montré les tranchées de la déviation de la RN 13.

**Limite inférieure.** La base du Cénomaniens est généralement masquée par des formations de versant (colluvions, formations de solifluxion et masses glissées). Sa position a été déterminée d'après les affleurements de Glauconie de base en place et à l'aide de la morphologie. Celle-ci varie selon les secteurs : rupture de pente au pied de l'escarpement, formé par la craie ; replat au-dessus de l'escarpement formé par les calcaires oxfordiens ou les Sables de Glos. Le passage Glauconie de base–Craie glauconieuse est progressif. La glauconite passe à une marne silteuse vert jaunâtre très glauconieuse, décarbonatée à proximité du versant.

**Limite supérieure.** Le toit de la série crayeuse cénomaniens n'est pas conservé. La limite supérieure figurée correspond à la troncature de la série par altération, dans les craies du Cénomaniens supérieur, à l'Est de la feuille, et dans celles du Cénomaniens moyen ou inférieur, à l'Ouest d'une ligne Livarot–Lisieux. Elle correspond presque toujours à la rupture de pente au sommet des versants comme le montrent les marnières ouvertes dans la partie haute des coteaux et les rares données des puits sur les plateaux. Étant donné la présence de poches karstiques et la solifluxion de la Formation résiduelle à silex sur les versants, cette limite est très approximative.

**Subdivisions et analyse séquentielle.** Le tableau 1 présente les principales subdivisions chronostratigraphiques et lithologiques du Cénomaniens du pays d'Auge. Les meilleurs repères sont les principaux bancs durcis, d'extension régionale (Juignet et Breton, 1992), identifiables seulement sur les coupes principales. Ils limitent les principales séquences (VI à XV) définies par P. Juignet (1974). Les autres bancs durcis marquent les limites des séquences élémentaires. Leur extension est souvent réduite et il est difficile de mettre en corrélation de façon précise des coupes distantes de quelques kilomètres seulement. P. Juignet (1980) distingue plusieurs stades d'évolution dans la genèse de ces bancs durcis ou « hard grounds ». Ils correspondent à des arrêts de sédimentation, avec lithification et bioturbation, auxquels s'ajoutent parfois des phénomènes d'érosion pouvant entraîner localement l'ablation complète d'une séquence élémentaire.

**Craie glauconieuse (Cénomaniens inférieur).** Le terme « Craie glauconieuse » est retenu comme nom de Formation (Juignet, 1974, 1980). Dans la région, il comprend les faciès crayeux et sableux du Cénomaniens inférieur, mais pas tous les faciès de craie à glauconie, celle-ci étant régulièrement présente jusqu'au Cénomaniens supérieur. En Seine-Maritime, une datation radiométrique K/A (Juignet et *al.*, 1975) donne à la base de la craie glauconieuse un âge compris entre 92 et 94 Ma, proche de la limite Albien–Cénomaniens (96 Ma, selon G.S. Odin et C. Odin, 1990).

Étages	Zones d'ammonites	Microfaune	Formations	Séquences	Lithologie et bancs durs repères	Épaisseurs	
CÉNOMANIEN SUPÉRIEUR	Zone à Judii		Craie à <i>I. labiatus</i>	XV Craie argileuse		Quelques mètres	
	Zone à Meiococeras geslinianum		Craie à <i>A. plenus</i>	XIV "hard ground" "Antifer n 3"		Quelques mètres	
	Zone à Calycoceras guerangeri			XIII Craie argileuse			
	Zone à Acanthoceras jukesbrownei			XII Craie glauconieuse			Environ 5 m
CÉNOMANIEN MOYEN	Écozone à Turritiles acutus		Craie de Rouen	XIb Craie glauconieuse	"hard ground" "Rouen n 3"	1 à 2 m	
	Écozone à Turritiles costatus			XIa Craie glauconieuse	"hard ground" "Rouen n 2"	1 à 2 m	
CÉNOMANIEN INFÉRIEUR ~50M	Zone à Mantilliceras mantelli			X "hard ground" "Rouen n 1"		10 m	
	Écozone à Mantilliceras dixoni			IX Faisceau des "hard grounds" "Crottes"		8 à 10 m	
	Écozone à Mantilliceras saxbii		Craie glauconieuse	VIII Craie glauconieuse bioturbée à cherts et spongiaires		10 à 12 m	
	Zone à Nostlingoceras carclanensis			VIIb Faisceau des "hard grounds" "Villers"		3 à 5 m	
ALBIEN CONDENSÉ				VIIa Craie glauconieuse à silex ou sables glauconieux	"hard ground" "Montpinçon" ou "Villers n 1"	15 à 20 m	
				VIb Marnes sableuses	--- Surface perforée "Livet" ou Passage progressif		
				VIIa Glauconite crayeuse		5 à 10 m	
			Glauconie de base	II-III-IV-V Glauconite à graviers et nodules phosphatés	Surface de ravinement		
			OXFORDIEN (Vallée de la Vie)	APTIEN (Nord-Est de la carte)			

**Tableau 1 - Subdivisions biostratigraphiques et lithologiques de l'Albien et du Cénomancien en pays d'Auge**  
(d'après Juignet, 1974, complété)

La séquence VI constitue une assise de transition entre la Glauconie de base et la Craie glauconieuse. Les couches de la séquence VII peuvent renfermer des passées sableuses (épaisseur 2 à 3 m), jusqu'à une quinzaine de mètres de la base, en particulier dans la partie Sud-Ouest de la feuille où la base est souvent sableuse (cf. Sables du Mont Ormel, feuille Vimoutiers à 1/50 000). Complètement ou largement décarbonatées dans les zones d'affleurement, ces couches contiennent vraisemblablement du carbonate de calcium, en profondeur sous les plateaux. Elles renferment quelques nodules de grès et de cherts, épars ou formant des niveaux lenticulaires. Les sables sont souvent très fins (sablon siliceux : quartz anguleux, glauconie), la fraction la moins fine pouvant être constituée par de menues concrétions mamelonnées en microquartz, blanches opaques ou translucides, et des spicules de spongiaires. Ils contiennent de la muscovite, localement abondante. Le cortège de minéraux lourds (Juignet, 1974) est essentiellement constitué de tourmaline (prédominante) et de zircon, accompagnés d'un peu de rutile, de staurotide, de barytine et de traces de disthène, andalousite, grenat, amphibole, brookite et anatase. Vers le haut, le faciès sableux basal est limité par le banc durci Mont-Pinçon (ou Villers 1), identifié par P. Juignet (1974) au Billot, dans la côte de la D 39 (virage à l'altitude 165 m, environ). Au-dessus, avec des craies plus ou moins sableuses, la sous-séquence VIIb, forme une transition entre les faciès particulièrement riches en quartz détritique et le faciès typique de craie glauconieuse et se termine par le banc durci Villers 2 ; cette séquence comprend des faciès plus carbonatés vers l'Est (cf. carrière du bois Belleau à Notre-Dame-de-Courson ; Juignet, 1974). Elle peut renfermer une microfaune de foraminifères assez riche, comme à la sortie ouest du tunnel de La Motte (La Houblonnière) avec quelques formes planctoniques (*Hedbergella delrioensis*, *Guembelitra cenomana*, *Globigerinelloides bentonensis*) et d'autres benthiques (*Gavelinella baltica*, *G. cenomanica*, *G. intermedia*, *Bolivinita eovigeneriformis*, *vaginulina* gr. *kochii*, *V. cf. costulata*, *Arenobulimina advena* et *Tritaxia pyramidata*).

Les principaux affleurements de craie glauconieuse typique correspondent aux séquences VIII et IX. La craie y est souvent recristallisée, grenue, et la faune n'y est pas toujours reconnaissable. En montant dans la série, les silts quartzeux et la muscovite deviennent moins abondants, la craie devient plus riche en carbonate de calcium (70 à 90 %) et se charge en silex gris. Les masses de craie dure deviennent prédominantes et les bioturbations s'estompent. Les échinides puis les bryozoaires remplacent largement les spongiaires. L'entaille de la déviation de la RN 13, à l'Est de Lisieux, exposait bien ces faciès sur une épaisseur de 18 m, la base de la coupe se situant 20 m environ au-dessus de la Glauconie de base. L'épaisseur cumulée des craies dures est de 12 m, avec des bancs atteignant une puissance de 4 m. Entre ces bancs, une craie moins dure, encore un peu silteuse et glauconieuse, renferme des bioclastes également très recristallisés.



***Craie de Rouen (Cénomaniens moyen à supérieur, pro parte).***

Constituée, comme la formation sous-jacente, de craies glauconieuses présentant des intercalations de bancs durcis, la Craie de Rouen est beaucoup moins épaisse que la Craie glauconieuse, et sa puissance n'atteint peut-être pas 10 m. Le « hard ground » Rouen 1, à faune phosphatée, limite la base de la formation et livre habituellement *Turrilites costatus*, l'ammonite caractéristique de la première biozone du Cénomaniens moyen. En l'absence de récoltes d'ammonites, ce niveau stratigraphique a été identifié à Tordouet, au sommet de la masse crayeuse avec les foraminifères planctoniques *Rotalipora cushmani*, *R. cf. thomei* accompagnés de formes d'âge albiens supérieur à cénomaniens inférieur : *Praeglobotruncana stephani*, *Quinqueloculina antiqua*, dont la présence confirme l'existence de remaniements au sein du Cénomaniens, comme sur la feuille Sées à 1/50 000 (Ménillet et al., 1997). La Craie de Rouen est moins riche en éléments détritiques (quartz, mica blanc) que la Craie glauconieuse.

Si les formations supérieures du Cénomaniens sont représentées au Sud-Est de la feuille, elles ne le sont que de manière discontinue et dans les zones les moins profondément altérées. Leur présence au Nord-Est de la feuille à 1/50 000 Vimoutiers (Ménillet et al., 1994), où les couches de base du Turonien auraient même été identifiées (Lecœur, 1885), permet d'envisager leur existence. La formation d'altération (Rc), qui recouvre les craies du Cénomaniens, n'a livré que des espèces postérieures au Turonien inférieur (Sénonien indifférencié, à l'Ouest de Lisieux ; Quesnel, 1997). Les plus récentes, telles que *Gavelinella* gr. *laeviscristata* dont le « vrai nom » est *Gavelinella pseudoexcolata*, indiquent la partie moyenne du Santonien (biozone s/d à s/e ; feuille Vimoutiers à 1/50 000 ; Ménillet et Monciardini, 1991).

### **Formations superficielles**

Meubles, les formations superficielles forment une couverture quasi continue, le substrat n'affleurant que sporadiquement sur les versants, dans les carrières ou dans les fouilles de terrassements. Elles n'ont été représentées que lorsque leur extension et leur épaisseur sont importantes et que leur parenté avec leur substrat est faible ou inexistante (formations allochtones).

Azoïques pour la plupart et difficile à dater avec précision, les formations superficielles ont été essentiellement distinguées par leur mode de mise en place qui a déterminé leur lithologie :

- des formations d'altération, très étendues sur les formations jurassiques et crétacées, représentées seulement ponctuellement avec une indication d'épaisseur ;
- des formations résiduelles, principalement la Formation résiduelle à silex ;

- des formations de versant, mises en place par solifluxion, « creeping » ou colluvionnement, représentées seulement quand elles sont assez épaisses (généralement plus de 3 m) ;
- des lœss, dépôts de poussières d'origine éolienne ;
- des alluvions, dépôts fluviatiles liés aux vallées actuelles pour les plus récents, en terrasses ou glacis pour les plus anciens.

### Dépôts résiduels et altérites

• **Âge tertiaire.** Les matériaux résiduels, d'âge tertiaire supposé, sont limités à quelques poches de sable et des brèches et conglomérats à silex résiduels. Ils gisent sur la Formation résiduelle à silex ou sont inclus (poches ou blocs) dans sa partie supérieure.

Des témoins de sables d'âge tertiaire supposé n'ont été reconnus qu'à Préaux-Saint-Sébastien, dans une ancienne sablière située 1 km au Nord de la localité. Ce sont des sables à grain fin à moyen (mode et médiane compris entre 0,1 et 0,2 mm) avec quelques grains grossiers. Selon un habitant, une sablière aurait existé 500 m environ au Nord-Ouest de Meulles (Heurteloup). Au Nord de ce village, la Formation résiduelle à silex contient localement une fraction de quartz détritiques de même granulométrie que les sables de Préaux-Saint-Sébastien.

Visibles principalement en bordure des plateaux ou éboulés sur les versants, les blocs de brèche à silex, et plus rarement de conglomérats et de grès, terminent sur la feuille Livarot une longue bande qui recoupe vers l'ESE tout le pays d'Ouche. Ils ont été rapportés – en raison de la présence de galets très roulés de façonnement marin possible – à un rivage de la mer tertiaire, yprésien (Kuntz et *al.*, 1985) ou stampien (Dewolf, 1982). Sur la feuille, des blocs à éléments roulés ont été observés au Sud de Cernay (le Chenet) et au Nord-Est de Notre-Dame-de-Courson (les Argilliers). En outre, de rares galets de quartz, de forme très arrondie, gisent sur le plateau au Nord-Est de Sainte-Marguerite-de-Viette. La plupart des blocs sont des brèches à rognons et éclats de silex, reliés par un ciment siliceux. Les plus nombreux reposent en haut des versants de la vallée des Terres Noires, au Sud-Est de Cernay (Cernay, le Chenet et Saint-Martin-de-Bienfaite-La-Cressonnière, lieux-dits les Vallées et les Rocs), à Saint-Michel-du-Livet et à Sainte-Marguerite-de-Viette. En forêt de Livarot, un menhir en est constitué ; son origine est probablement locale, car nous avons retrouvé de petits blocs quasiment en place dans les fossés de la route et, en contrebas, la ferme de la Lisière en a utilisé un grand nombre. C. Klein (1974) en figure au Nord-Est de Notre-Dame-de-Courson, origine peut-être de ceux qui sont accumulés au pied du calvaire de cette localité. La taille des blocs peut être importante et atteindre 7 m de longueur, 1,5 m de large et 1 à 2 m de hau-

teur, en particulier dans la vallée des Terres Noires. Leur partie enterrée peut avoir 3 m de profondeur.

En plaque mince, grès et ciment des brèches présentent un faciès de grès quartzeux dont les grains de quartz détritiques ont conservé en partie leur forme initiale, mais où certains présentent de nets nourrissages secondaires. Certaines lames montrent des grains de quartz entourés par une « matrice » quartzo-feldspathique brun-rouge. De forme arrondie, les grains présentent des golfes de corrosion, indice d'une forte altération depuis leur dépôt.

Sur la bordure du plateau, au Sud de Saint-Michel-du-Livet, une succession de vastes blocs subhorizontaux sur le rebord du plateau sont l'indice de l'existence d'une dalle silicifiée plus ou moins continue.

*Âge.* Outre les hypothèses de cordons littoraux des mers yprésienne ou stampienne, la position des sables en lambeaux résiduels et des grès au-dessus de la Formation résiduelle à silex, ou en poches dans celle-ci, est le principal argument trouvé dans la littérature pour leur attribuer un âge tertiaire.

#### • *Âge tertiaire à quaternaire*

**Aj. Altérites sur marnes calloviennes (indication ponctuelle).** Limons très argileux ocre. Peu épais (0,50 m en moyenne), les limons d'altération des marnes calloviennes sont souvent recouverts par un sol gris hydromorphe (épaisseur : 0,20 à 0,40 m). À leur base, la marne, un peu altérée, présente fréquemment un faciès pseudogley (teintes bariolées gris clair et ocre) et de petites accumulations de calcaire secondaire, tendres.

**Altérites sur calcaires oxfordiens (non figurées sur la carte).** Les calcaires oxfordiens sont souvent karstifiés dans leur partie supérieure, en particulier sous les Sables de Glos qui remplissent généralement les poches karstiques. Ailleurs, les poches sont remplies de limons bruns ou rougeâtres. Les calcaires eux-mêmes sont habituellement fragmentés par le gel en surface, les faciès les plus tendres étant réduits en sable calcaire, plus ou moins mêlé de limon.

**Ac1. Altérites de craie cénomaniennes : argiles silteuses ou finement sableuses vertes ou ocre à cherts et spongiaires (indication ponctuelle).** Dans l'Ouest et certaines parties du centre et du Nord de la carte, la craie glauconieuse du Cénomaniens, riche en fraction silteuse, est altérée en argile silteuse ou silt argileux riches en spongiaires. Entre Beuvillers et Saint-Pierre-des-Ifs, l'altération est même complète, comme l'ont montré les tranchées de la déviation de la RN 13, au Sud de Lisieux, en particulier sous la butte d'Assemont. De haut en bas, se succèdent (épaisseurs en mètres) :

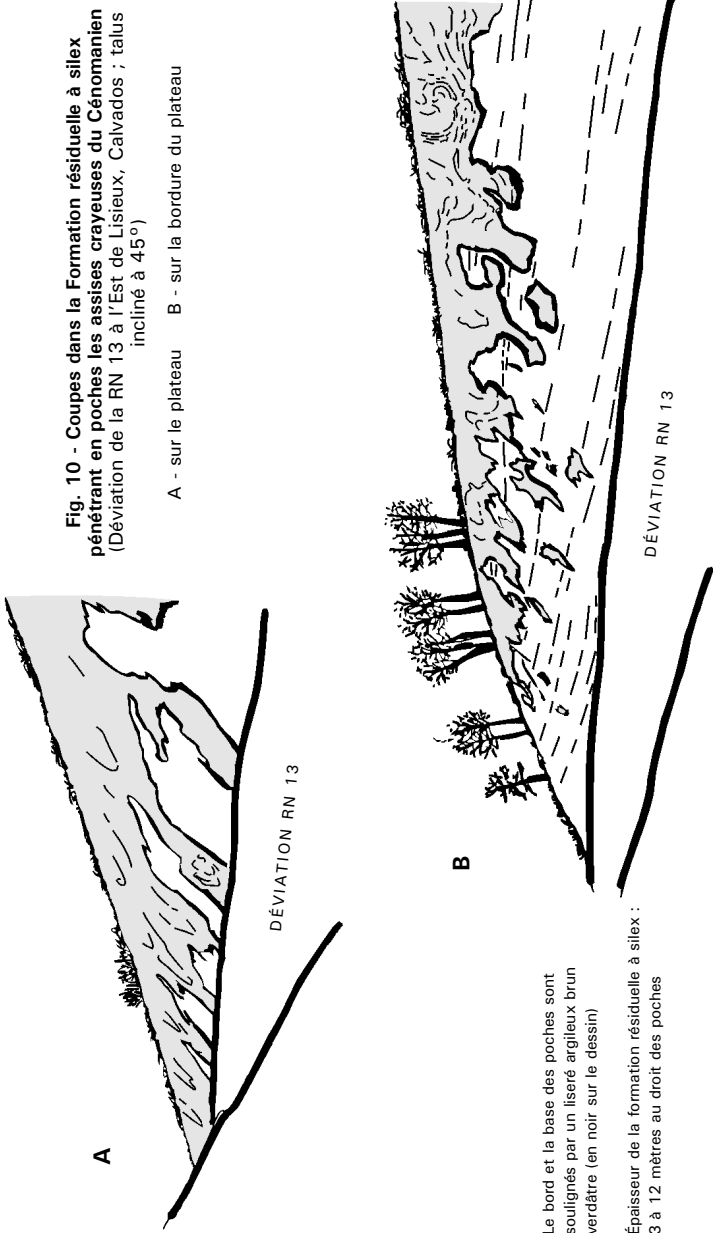
- 0, 50 à 1,50 : silt argileux panaché ocre et gris, riche en fragments de cherts dans sa partie supérieure ;
- 0,50 : passée d'argile faiblement silteuse (75 % < 2 µm), panachée brun-rouge et gris ;
- 1,00 à 2,00 : silt assez argileux (40 % < 2 µm) et un peu sablonneux, panaché ocre et gris, avec quelques silex épars ;
- 2,50 : silt argileux et sablonneux (32 % < 2 µm et 27 % > 50 µm), riche en rognons de silex (25 % environ, certains, assez gros, épars, jusqu'à 30 x 25 cm) et en gros spongiaires ;
- 2,00 : silt argileux, un peu calcaire et glauconieux, avec des passées claires plus silto-sablonneuses ;
- 0,10 à 0,15 : niveau de gros silex gris ;
- 3,00 à 4,00 : de silt argileux et sablonneux assez riche en cherts ;
- 0,10 à 1,00 : niveau glauconieux, épaissi en poches, altéré en rouge et gris, avec kaolinite – métahalloysite (50 % de la fraction argileuse) et concentrations d'oxydes de fer ;
- 1,00 à 1,50 : silt riche en silex ;
- 1,50 : silt plus ou moins sablonneux très riche en cherts, certains assez gros, avec un cœur noir ;
- visible sur 0,25 m, niveau argileux et glauconieux légèrement altéré (fraction argileuse à interstratifiés R à 65 à 70 % de smectite, 92 % et peu de kaolinite – métahalloysite : 6 %), en dessous, selon les sondages, le matériau est composé de sable, de silt, d'argile et de glauconie, en proportion variable, sur environ 4 m, au-dessus de la Glauconie de base.

Cette coupe montre bien que le Cénomaniens inférieur décalcifié du pays d'Auge ne comprend ni de grès ni de gaizes, comme le mentionnent souvent les données de sondage (confusion des cherts avec les gaizes ou les grès).

La craie cénomaniens est aussi fréquemment décalcifiée sur les versants. Par exemple, le sondage 4-68 à Saint-Pierre-de-Mailloc a traversé, sous 2 m de formation de gélifluxion, une craie décalcifiée, en bas de versant, sur une épaisseur de 4,5 m.

Ces faciès du Cénomaniens inférieur décalcifié, à prédominance de silts argileux, forment une transition entre les faciès typiques de la Formation résiduelle à silex et la craie non altérée ou peu altérée. Ils peuvent se rattacher au « faciès brun et vert » inférieur de la Formation résiduelle à silex de type Thimerais (Quesnel, 1997 ; Laignel, 1997), mais à la différence de cette région, ce faciès constitue, dans les parties centrale et occidentale de la carte, les trois quarts, voire la totalité de l'épaisseur des altérites de craie.

**Rc. Formation résiduelle à silex : silex entiers ou fragmentés entourés d'argile silteuse ou sableuse ocre, rouge, grise, verte ou bariolée.**



Caractérisée par sa richesse en silex, emballés dans un matériau argileux ou argilo-sableux ocre ou rouge souvent bariolé de gris ou de vert, cette formation présente un faciès typique d'Argile à silex. Nous avons évité ce terme classique, car il est employé dans un sens différent selon les régions. Localement, les silex sont appelés « têtes de chats », en référence à la forme globuleuse de certains d'entre eux. La Formation résiduelle à silex constitue une couverture quasi continue sur les plateaux du pays d'Ouche et du pays d'Auge. Seuls les limons des plateaux (LP) et des matériaux résiduels en poches la recouvrent. Localisés principalement au Sud-Est de la carte et à l'Ouest de Livarot, les matériaux résiduels (sables, grès et conglomérats) peuvent être inclus dans la partie supérieure de la Formation résiduelle à silex qui est très largement cryoturbée et souvent remaniée et mêlée de limons (B-LPs).

La Formation résiduelle à silex affleure dans les talus des routes, aux ruptures de pente des plateaux (exemples : talus de la D 161a, au Nord-Ouest de Tordouet ou de la D 4, au Nord-Ouest de Notre-Dame-de-Courson). Variable, l'épaisseur de la Formation résiduelle à silex (y compris les altérites silto-argileuses de Cénomaniens inférieur) est généralement comprise entre 10 et 20 m.

La Formation résiduelle à silex est constituée par les produits de l'altération de la craie, auxquels se sont souvent ajoutés des matériaux résiduels qui se sont immiscés dans cette altérite par illuviation : sables et argiles d'âge tertiaire probable, limons lœssiques anciens enrichis en argile par altération. À sa base, elle pénètre la craie en poches. Celles-ci peuvent avoir plusieurs mètres de profondeur, ce qui donne à la craie une épaisseur très irrégulière (3 à 15 m ; fig. 10). la tranchée de la déviation de la RN 13, à l'Est de Lisieux montrait bien cette disposition en poches (fig. 9) dont la longueur est comprise entre 3 et 10 m. Le remplissage est rarement homogène, surtout sur les craies cénomaniennes à nombreuses passées argileuses riches en glauconie. Réduits par altération, ces niveaux argileux forment fréquemment une série de bandes ocre et vertes parallèles au fond et aux bords de la poche. Ils peuvent être dépourvus de silex (voir rubrique **Ac1**). Ces derniers sont plus abondants dans la partie supérieure de la formation. Les silex ont des faciès variés et certains d'entre eux rappellent ceux qui gisent dans les craies turoniennes et sénoniennes : cœur brun résineux à cassure un peu vitreuse, ocre par oxydation ; cortex blanc peu épais ; forme souvent lobée, tuberculeuse. La Formation résiduelle à silex du pays d'Auge appartient à une variante du faciès « Thimerais », défini par B. Laigniel (1997) et F. Quesnel (1997), où la partie inférieure brune et verte, issue de l'altération des craies glauconieuses du Cénomaniens, est beaucoup plus épaisse que la partie supérieure bariolée ocre, rouge et gris. Dans le faciès brun et vert, les smectites (interstratifiés type R = 0 à 75 % de smectite) prédominent très largement dans la fraction argileuse, tandis

ÉLÉMENTS MAJEURS (en pourcentages) (valeurs indicatives par analyses ICP)										
Localité	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	MnO	TiO <sub>2</sub>		
Saint-Pierre-des-ifs	51,9	29,3	11,4	< 1	< 1	0,8	0,01	1,45		
Saint-Pierre-des-ifs	65,1	22,9	4,2	< 1	< 1	0,6	0,01	0,56		
Saint-Pierre-des-ifs	59,6	33,3	3,1	1,3	1,1	0,8	< 0,01	0,65		
Courtonne-les-Deux-Églises	57,2	27,6	10,3	< 1	1,2	1,4	0,03	0,87		
Courtonne-les-Deux-Églises	65,1	16,6	5,7	< 1	< 1	0,8	0,07	0,52		

ÉLÉMENTS EN TRACES (en grammes par tonne) (analyses ICP, BRGM)																			
Localité	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Li	Be	B	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Sr	Y	Nb	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb
Saint-Pierre-des-ifs	104	26	3	77	153	124	10	14	12	25	< 20	36	< 20	42	12	< 0,2	< 2	< 10	< 10
Saint-Pierre-des-ifs	< 100	13	2	70	108	75	11	27	164	28	< 20	34	< 20	< 20	6	< 0,2	< 2	< 10	< 10
Saint-Pierre-des-ifs	< 100	32	< 2	73	167	76	10	23	18	41	< 20	34	< 20	40	8	< 0,2	< 2	< 10	< 10
Courtonne-les-Deux-Églises	1389	106	4	87	148	108	19	82	41	177	< 20	65	27	31	7	< 0,2	< 2	< 10	< 10
Courtonne-les-Deux-Églises	1215	48	2	79	91	64	11	40	20	89	< 20	63	< 20	27	< 5	< 0,2	< 2	< 10	< 10

**Tableau 2 - Analyses chimiques d'échantillons de la Formation résiduelle à silex de la carte à 1/50 000 Livarot (Saint-Pierre-des-ifs) et de la feuille voisine Bernay (Courtonne-les-Deux-Églises).**

que dans le faciès bariolé, la kaolinite prédomine souvent et peut être bien cristallisée. Excédant rarement 3 m au centre de la feuille, le faciès bariolé supérieur s'épaissit vers l'Est.

Le tableau 2 présente quelques analyses chimiques d'échantillons de la Formation résiduelle à silex ; vert et rouge de Saint-Pierre-des-Ifs (« faciès brun-vert inférieur ») ; rouges du « faciès bariolé supérieur ». Ces données confirment l'appartenance de la formation à un milieu d'altération sur carbonates : concentration d'éléments par dissolution de la phase carbonatée (Sr, Pb, La, Ce, par exemple) ; concentration du fer et de certains oxydes métalliques (Ni, Zn, Cu) ; concentrations locales d'oxydes de manganèse souvent accompagnés de traces de Ba et Li (« wad », Courtonne-les-Deux-Églises).

L'étude de la microfaune des silex creux (Sénonien indifférencié ; secteur du Billot : Ménillet et Monciardini, 1991 ; ouest de Lisieux : Quesnel, 1997) et des oursins silicifiés (Rioul, inédit) confirme que ces silex proviennent bien de craies plus récentes que celles qui affleurent sur la carte. Le contexte régional permet même d'envisager le dépôt de craies campaniennes dans la région (Quesnel, 1997). La variété d'aspect des silex, atteste bien qu'ils peuvent provenir de craies d'âges différents. Ces silex étant dépourvus d'usure, il ne s'agit pas d'un remaniement à distance, mais d'une origine locale. Les silex les plus nombreux ont une longueur comprise entre 5 et 15 cm, mais ceux qui atteignent et dépassent 20 cm ne sont pas rares. Dans la partie supérieure de la formation, les silex peuvent être altérés jusqu'à devenir entièrement blancs et poreux (silex « cacholong »).

L'âge des altérations, qui ont engendré la Formation résiduelle à silex, n'est pas connu avec précision. Le contexte régional (Quesnel, 1997 ; faciès « Thimerais ») permet de penser qu'elle s'est ici élaborée tout au long du Tertiaire, l'altération étant facilitée par le soulèvement de la bordure occidentale du bassin de Paris et de l'éperon du Perche. L'altération s'est en outre poursuivie pendant les phases tempérées du Quaternaire.

### • *Âge quaternaire*

**Couverture de silex sur butte témoin ou glacis, parfois accompagnés de galets de quartz (anciens épandages ou matériaux résiduels)** (figuré particulier). Sur certaines buttes armées par des niveaux durs du Callovien moyen ou certains glacis en contrebas de la côte d'Auge, les formations jurassiques sont couvertes de débris de silex, accompagnés par quelques galets de quartz, remaniés de la base du Crétacé. Les silex sont anguleux, mais peu volumineux. Des transports de plusieurs kilomètres, sur des pentes faibles sont difficiles à concevoir sans l'intervention de l'eau. Cet agent de transport est d'autant plus probable que ces matériaux passent



latéralement, vers l'aval, à de véritables alluvions (Houari, 1994). Évoquons l'hypothèse d'un ruissellement diffus, mais à courant suffisamment fort pour déplacer des éléments atteignant et dépassant 10 cm de longueur (pluies torrentielles ou fonte des neiges pendant les périodes froides et humides du Quaternaire ?).

**B-LPs. Formation résiduelle à silex cryoturbée ou faiblement remaniée (bief à silex) et limons à silex ; localement poches d'argiles ou de sables, souvent argileux.** À la surface des plateaux, en dehors des placages de limons lœssiques bien préservés, les labours montrent généralement des limons peu épais, plus ou moins riches en fragments de silex. Limons lessivés recouvrant un limon argileux panaché ocre et gris (pseudogley) à petits fragments de silex épars, pouvant contenir des concrétions ferromanganiques noires dans leur partie inférieure. Ce sont d'anciens limons altérés, enrichis en argile par une ou plusieurs pédogenèses lessivantes ayant incorporé des silex lors de leur remaniement par gélifluxion. Leur épaisseur peut atteindre et dépasser 1,50 m. Ils peuvent recouvrir des poches de limons argileux panachés ocre, rouge, brun-ocre et gris clair à nombreux silex fragmentés, correspondant à un mélange par remaniement de Formation résiduelle à silex et de lœss anté-saalien très altérés. À proximité de l'angle sud-est de la carte, à la Vannetière, le sondage 8-29 a traversé, sous 4,25 m de limons brun-beige, à faciès de lœss weichsélien, 10,75 m de limons argileux et d'argile limoneuse à fragments de silex épars dont les fractions silteuse et sableuse fine sont identiques à celle des lœss sous-jacents. Il s'agit probablement du remplissage, au Pléistocène inférieur ou moyen, d'un vallon ou d'une dépression par des produits de solifluxion composés d'un mélange de lœss anciens altérés et de Formation résiduelle à silex. Les divers faciès de remaniement en surface de la Formation résiduelle à silex sont souvent regroupés sous le terme de « bief à silex ». Ici, ce terme, d'origine picarde (de Mercey, 1880), est impropre et ne doit pas être conservé. À l'Ouest de Touques, les limons à silex sont moins épais, souvent discontinus et la Formation résiduelle à silex est souvent subaffleurant et très affectée par les phénomènes de cryoturbation et de gélifluxion.

### **Dépôts éoliens**

**LP. Limons lœssiques altérés et décalcifiés, principalement d'âge weichsélien.** Des couvertures de limons d'origine éolienne ne sont bien conservées qu'au Sud-Est de la feuille et à l'Est de Lisieux, près de la limite septentrionale de la carte. Ce sont des limons beiges à brun-beige ; marron à l'état humide, assez homogènes, formant les meilleures terres de la région. Généralement décarbonatés, ils sont principalement constitués de quartz détritiques fins de la taille des silts, accompagnés d'un peu de sable siliceux (6 à 12 %) et de minéraux argileux (13 à 30 %). Très variable, leur

épaisseur dépasse rarement 2 m et reste souvent inférieure au mètre. Toutefois, à la Vannetière (sondage 8-29), leur puissance dépasse 4 m et ils recouvrent des lœss encore plus altérés et remaniés, argileux, à débris de silex (5 m d'épaisseur). La notation LP, traditionnelle pour les lœss du centre du bassin de Paris, a été conservée par souci d'homogénéité avec la feuille voisine Bernay. Les fronts de taille des anciennes briqueteries ont disparu ou sont trop dégradés pour exposer de bonnes coupes. L'affleurement de référence est l'ancienne carrière de la briqueterie de Glos (feuille Lisieux à 1/50 000, à proximité de la limite Nord de la feuille Livarot ; Helluin et *al.*, 1975) où ils atteignent l'épaisseur de 7 m. Cette coupe exposait les couvertures lœssiques des deux dernières glaciations, séparées par la partie altérée des lœss inférieurs, à l'Éemien. Dans la séquence supérieure, le niveau de Kesselt (- 28 000 ans), à langues de gélifluxion, a été identifié. Il est surmonté de limons lités (limons à doublets), du Pléniglaciaire supérieur, affectés de fentes de gel.

**Œ. Limons lœssiques de versants.** Des placages de limons lœssiques existent aussi sur les versants, en particulier ceux qui sont exposés au Nord-Est (Saint-Désir-de-Lisieux, hameau des Genièvre ; Beuvillers, au-dessus des alluvions anciennes ; Glos, vallon de la Motte). Des placages de limons existent aussi sur les bas versants, en rive gauche de l'Orbiquet et de la Courtonne. Mais à l'analyse granulométrique, ces limons apparaissent plus grossiers, sablonneux, et proviennent, pour une large partie, de l'altération et du remaniement des faciès fins de la séquence inférieure des Sables de Glos. Ils ont été inclus dans l'unité cartographique CS.

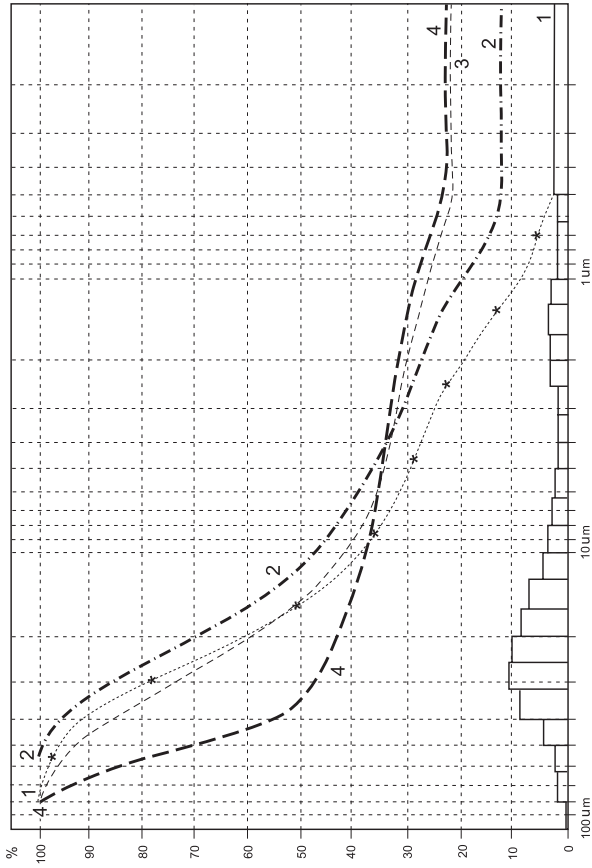
Les limons LP et Œ de la feuille Livarot ont une granulométrie assez constante ; leur mode se place dans les silts grossiers, avec une légère augmentation de la médiane du Sud vers le Nord (tabl. 3 ci-dessous et fig. 11) :

	Family (LP) sondage 8-29	Beuvillers (Œ) placage sur F	Briqueterie de Glos (LP) (feuille de Lisieux)
Mode	20 à 30 $\mu\text{m}$	20 à 40 $\mu\text{m}$	20 à 40 $\mu\text{m}$
Médiane	10 à 15 $\mu\text{m}$	15 à 20 $\mu\text{m}$	20 à 25 $\mu\text{m}$
< 2 $\mu\text{m}$	16 à 30 %	19 % <sup>2</sup>	
Sables	0,2 à 2,5 %	4 à 12 %	4 à 8 %

**Tableau 3 - Caractéristiques granulométriques des limons LP et Œ**

Le tableau 4, ci-après, donne la composition granulométrique des lœss de la Vannetière ; le matériau s'enrichit en particules argileuses vers la base, mais le mode reste compris entre 20 et 25  $\mu\text{m}$ , et la fraction limoneuse reste prédominante jusqu'à la profondeur de 6 m.

**Fig. 11 - Courbes granulométriques de formations limoneuses de la feuille à 1/50 000 Livarot (Sédigraphie)**



1 et 2 - Loess de plateau (LP), sondage 147-8-29, Family (Calvados)  
 1 - Profondeurs 0,5 - 1,25 m ;  
 histogramme à la base du graphique  
 2 - Profondeurs 3,8 - 4,25 m

3 - Loess de versant (CE), Beuvillers (Calvados),  
 bas de versant en rive gauche de l'Orbiquet  
 (échangeur de la déviation de la RN 13)

4 - Limons grossiers et sablonneux (Cs),  
 Glos (Calvados), provenant probablement  
 du remaniement des faciès fins des Sables de Glos

Profondeur (m)	Médiane ( $\mu\text{m}$ )	Mode ( $\mu\text{m}$ )	Classes granulométriques			
			50	20	2 $\mu\text{m}$	
0,50-1,25	15	25	4,3	35,4	40,5	19,8
1,25-1,50	20	23	3,9	47,5	33,6	16,0
1,50-2,00	15	25	1,1	38,8	41,2	19,8
2,00-3,00	13	23	1,5	31,6	40,0	25,9
3,00-3,80	10	20	3,3	25,6	43,7	27,4
3,80-4,25	11	22	1,5	29,9	41,6	29,9
4,25-5,00	10	25	1,5	28,0	39,7	30,8
6,00	2,8	20-25	0,1	19,9	32,5	47,5
6,50	2,5	20-25	1,7	17,5	32,3	48,5
7,25	<0,5	(12,5)	0,7	9	25,4	64,9

**Tableau 4 – Données granulométriques sur les limons loessiques et les argiles limoneuses.** Sondages 147-8-29, Family, La Vannetière, Calvados (analyses BRGM au sédigraphe, fraction 0,5-80  $\mu\text{m}$ )

Rappelons enfin que la formation B-LPs (limons à silex) comprend des matériaux loessiques altérés et remaniés.

### Formations de versants

En pays d'Auge, les plateaux étant très profondément disséqués par le réseau fluvial, les versants ont une grande extension, avec des dénivelés atteignant et dépassant la centaine de mètres. La faible dureté des craies du Cénomanien, la richesse en argile, limon et sable des formations d'altération, et la présence, en bas ou milieu de versant, d'un niveau argilo-sableux (Glauconie de base) gorgé d'eau, sujet à des phénomènes de fluage, ont favorisé les phénomènes de colluvionnement, de solifluxion et de glissement en masse.

Les versants du pays d'Auge sont donc recouverts d'un épais manteau de formations de versant dont l'épaisseur dépasse fréquemment 5 m (épaisseur moyenne de 5 m dans les tranchées de la déviation de la RN 13 ; 9 m dans le sondage 3-14 ; même ordre d'épaisseur sur les coteaux de la ville de Lisieux ; Mornod, 1948). La puissance de ces formations est moindre sur les glacis façonnés dans les marnes callovo-oxfordiennes, au pied de la côte d'Auge, où elle est fréquemment comprise entre 1 et 3 m. D'extension générale, le substrat n'affleurant guère qu'en carrière ; les formations de versant n'ont été représentées que dans des secteurs où elles sont particulièrement étendues et épaisses, ou encore quand elles présentent des structures caractéristiques de loupes ou masses glissées. Ces dernières sont particulièrement nombreuses à l'Ouest de la vallée de la Vie, la Glauconie de base étant épaisse et la craie glauconieuse renfermant fréquemment, dans ses assises inférieures, des niveaux sableux, également gorgés d'eau.

**Masse glissée confuse ou vaste loupe de glissement déformée par érosion ou gélifluxion** (figuré particulier). Cette figuration cor-

respond à des masses glissées, généralement assez étendues et assez complexes, qui se sont vraisemblablement mises en place en plusieurs phases, certaines formes ayant été altérées par érosion et solifluxion. Une masse glissée de ce type a été figurée à Saint-Martin-du-Mesnil-Oury.

**Loupe de glissement étendue, avec niche d'arrachement et lobe glissé bien individualisés** (figuré particulier). De très beaux exemples de loupe de glissement sont visibles aux confins des communes de Heurtevent et de Tortisambert, sous les fermes de la Gondonnière et de la Croix Bougon.

**SC, C. Formations de versants indifférenciées : masses glissées à morphologie non conservée et masses gélifluées ; SC. Mélange de formations solifluées et colluvionnées ; C. Colluvions prédominantes.** En dehors des lobes et masses glissées et, d'autre part, de certains éperons ou versants très raides où la craie est subaffleurende, les coteaux du pays d'Auge ont une pente assez forte, mais assez régulière ; ils sont assez peu vallonnés. Ils ont été « régularisés » par les phénomènes de gélifluxion et de colluvionnement. La composition des formations de versant est assez variable. Sur les craies du Cénomaniens, la succession suivante apparaît la plus fréquente ; de haut en bas :

– 0 à 3 m : colluvions de matériaux fins, limoneux à sableux (remaniement d'altérites de matériaux cénomaniens et de limons lœssiques) avec quelques silex épars, généralement petits, principalement dans les parties déprimées du versant ainsi qu'à sa base ;

– 0 à 4 m : formation résiduelle à silex gélifluée ; silex fragmentés emballés dans un matériau argileux panaché de teintes ocre à rouge et gris clair à verdâtre ;

– 0 à 4 m : limons et limons sableux ocre, panachés ocre et gris-vert ou gris-vert, provenant du remaniement d'altérites de sables et craies du Cénomaniens.

Au niveau et surtout en contrebas du niveau d'affleurement de la Glauconie de base, ces matériaux sont souvent mêlés d'argile verte provenant de l'altération de cette formation en un faciès d'argile verte, à silex. Sur les calcaires oxfordiens, des débris et granules calcaires et des limons argileux marron, souvent disposés en lentilles, s'ajoutent à ces matériaux. Sur les versants des vallées principales, des galets de silex résiduels sont localement inclus dans les formations de versants. Enfin, sur les marnes du Callovien et de l'Oxfordien, les versants sont souvent tapissés par une couche de marnes décompressées et solifluées, recouverte ou non par les matériaux limono-argileux à silex.

**CS. Limons sablonneux colluvionnés.** Au pied des versants exposés au secteur nord à est de la vallée de la Courtonne et celle de l'Orbiquet, de

Glos à Saint-Martin-de-Mailloc, des limons sablonneux proviennent vraisemblablement du remaniement par colluvionnement, et peut-être par voie éolienne, de faciès fins des Sables de Glos.

**CSx. Limons colluviaux à silex.** Les versants en pente douce, situés en contrebas des interfluves couronnés par les alluvions anciennes Fw, à l'intérieur du triangle Le Mesnil-Mauger – Le Mesnil-Durand – Vieux-Pont, sont tapissés par des limons à fragments de silex anguleux, plus ou moins accompagnés de galets de silex remaniés des alluvions Fw.

### **Formations fluviales et dépôts de fonds de vallons**

- **Alluvions anciennes anté-Weichsélien.** Disposées en terrasses, souvent déformées par solifluxion, les alluvions anciennes antérieures au dernier glaciaire sont assez bien conservées à l'Ouest de la carte, à l'aval des vallées de la Vie et de l'Oudon. Au contraire, dans les vallées de la Touques, de l'Orbiquet, de la Courtonne et de la Vie en amont du Mesnil-Durand, les restes d'alluvions anciennes sont peu étendus et souvent remaniés par solifluxion, dans les formations périglaciaires de versant ou encore masqués par ces formations. Ainsi, à Livarot, le sondage 6-23 a traversé sous 1,5 m de remblai puis 1,5 m de formations de solifluxion, 3,5 m d'alluvions anciennes à galets roulés de silex. Les alluvions anté-weichséliennes sont différenciées par leur altitude au-dessus de l'étiage de la rivière qu'elles dominent et par leur degré d'altération. Lié à l'encaissement quaternaire général des vallées de la région, l'étagement altimétrique des terrasses alluviales peut être mis en relation avec la succession des différentes phases froides du Quaternaire. Cependant, en l'absence de critères chronologiques précis, il n'est pas possible d'attribuer chaque dépôt alluvial à une période froide précise. Des fourchettes d'âges sont proposées en comparaison avec la vallée de l'Orne (Pellerin, 1977). La plupart des anciens cours suivaient les vallées actuelles. Cependant, les alluvions Fw de l'Ouest de la feuille ont vraisemblablement divagué sur un large glacis entre la Vie et l'Oudon, les vallées actuelles ayant été ensuite creusées dans ce glacis.

**Fv. Alluvions du Pléistocène ancien : niveau + 50 à + 55 m au-dessus de l'étiage actuel ; RFv. Faciès résiduel.** Au Nord du Mesnil-Durand, en rive droite de la Vie, deux éperons conservent des témoins d'alluvions anciennes entre les altitudes 90 et 100 m. À la Godardière, ces alluvions sont bien conservées (pavage de galets de silex dans les champs), mais leur épaisseur est inconnue. Au Nord de la Bergerie, elles sont résiduelles, les galets sont épars et elles ont été notées RFv.

**Fw. Alluvions du Pléistocène ancien supérieur ou du Pléistocène moyen inférieur : niveau + 30 à + 40 m au-dessus de l'étiage actuel.** À l'Ouest de la carte, les alluvions Fw forment deux étroites terrasses

ses couronnant les interfluves entre l'Oudon et la Viette et entre la Viette et la Vie. À l'Ouest de l'Oudon, A. Houari (1994) leur rattache la butte des Monts – La Justice, culminant dans la même tranche d'altitude, mais on n'y observe que des fragments de silex anguleux à l'exclusion de galets de silex roulés, et nous avons préféré les représenter, comme sur la feuille Vimoutiers à 1/50 000, par un figuré de triangles rouges. Dans la vallée de la Touques, le lambeau d'alluvions, recoupé par la tranchée de la déviation de la RN 13 à la Cour-Saint-Hippolyte, peut être rattaché à l'unité cartographique Fw. Les alluvions Fw sont constituées essentiellement de galets de silex arrondis (90 à 95 %), sans structures fluviales apparentes, fait habituel dans les alluvions de type périglaciaire. Les silex sont empâtés par une argile peu sableuse présentant des marques de rubéfaction. Dans les deux interfluves encadrant la vallée de la Viette, les alluvions Fw reposent sur une argile compacte, épaisse de 1,5 à 2,0 m, issue de la décarbonatation des marnes calloviennes sous-jacentes. Cette décarbonatation, due vraisemblablement à une altération sous la couverture alluviale, est en accord avec l'ancienneté de cette dernière.

**Fw-x. Alluvions du Pléistocène moyen moyen : niveau + 15 à + 25 m au-dessus de l'étiage actuel.** Deux lambeaux d'alluvions, l'un à Saint-Crespin, à l'Ouest de la feuille, l'autre recoupé par les travaux de la déviation de la RN 13, à Beuvillers, sont situés en position de moyenne terrasse. Ils sont constitués de galets de silex. Déformé par solifluxion et l'évolution karstique des calcaires oxfordiens sous-jacents, celui de Beuvillers est recouvert par des limons lœssiques.

**Fx. Alluvions du Pléistocène moyen supérieur : niveau + 2 à + 10 m au-dessus de l'étiage actuel ; Rfx. Faciès résiduel.** En position de basse terrasse, les alluvions Fx sont constituées par les mêmes galets de silex que les alluvions plus anciennes, mais moins altérées. Dans la vallée de la Vie, l'épaisseur de la frange de décarbonatation de leur substrat marneux callovien est moins importante et ne dépasse pas 0,50 m. La présence de fragments de silex anguleux dans ces alluvions est l'indice de la permanence du démantèlement de la surface jalonnée par la Formation résiduelle à silex, une partie des galets pouvant provenir du remaniement des alluvions Fw par solifluxion et colluvionnement. À l'Ouest et au Nord-Ouest du Mesnil-Mauger, des galets de silex gisent sur les replats délimités par les courbes de niveau 15 et 20 m. Nous les avons interprétés comme des alluvions Fx résiduelles et notées Rfx.

**Fy. Alluvions du Pléistocène récent (Weichsélien).** Formant le remblaiement des fonds de vallées, creusées au maximum à la fin de la dernière période froide (Pléniglaciaire supérieur, vers -17 000/-20 000 ans BP), les alluvions Fy sont presque complètement masquées par les alluvions holocènes Fz. Elles n'affleurent que localement au fond des lits mineurs des rivières.

res, en particulier dans la vallée de la Vie, en aval de Livarot. Les nombreux sondages, effectués dans les fonds des vallées de la Touques et de l'Orbiquet, à Lisieux, Beuvillers et Saint-Martin-de-la-Lieue, les ont traversées. La surface de base des alluvions Fy de ces vallées est vraisemblablement très irrégulière, leur épaisseur étant très variable (0,50 et 6 m, avec une moyenne de 2,80 m environ). Ainsi, dans le sondage 3-110, le remplissage alluvial atteint 9 m (dont 6 m d'alluvions Fz), voire 12 m, si l'on prend en compte 3 m de Sables de Glos remaniés et mêlés d'oolites, tandis que dans le sondage voisin 3-25, son épaisseur n'est que de 4 m (dont 3,5 m d'alluvions Fz). La nature calcaire du « bedrock » des alluvions Fy laisse présumer l'existence de cavités karstiques, probablement élargies et ouvertes par l'érosion fluviale subtorrentielle de la dernière période froide. Plus en amont, dans la vallée de la Touques, l'épaisseur des alluvions Fy se maintient entre 2 et 3 m : 2,75 m dans le sondage 7-2 à Fervaques ; 2,5 m dans le sondage 7-40 à Notre-Dame-de-Courson. En amont de l'Orbiquet, l'épaisseur des alluvions Fy peut être encore importante. Ainsi, dans le sondage 4-3, à La Chapelle-Yvon, sous 2 m d'alluvions Fz, Fy comprend une couche de 2 m de galets de silex et, en dessous, 3 m de sables quartzeux et graviers riches en menus débris de silex. Dans le secteur de Saint-Martin-de-la-Lieue – Beuvillers – Lisieux, les alluvions Fy peuvent contenir des galets calcaires, mais les galets de silex restent presque toujours largement prédominants. Issue principalement des Sables de Glos et de l'Aptien (présence de glauconie), la fraction sableuse peut être assez abondante et comprend parfois, à la base de Fy, un sable calcaire oolitique.

Les barres de travertins, observées dans les lits de la Touques et de la Vie, sur la feuille Vimoutiers à 1/50 000, n'ont pas été retrouvées dans l'emprise de la feuille Livarot, mais n'ont pas été recherchées de façon systématique (Havlicek et *al.*, 1991). Il en est de même pour le paléosol alluvial isohumique, permettant la subdivision des alluvions holocènes (Havlicek et *al.*, 1991).

Dans la vallée de l'Oudon, à l'Ouest de Vieux-Pont, la partie basse des glacis, façonnés dans les marnes du Callovien inférieur, est recouverte par 2 à 3 m d'alluvions Fy à galets de silex de 5 mm à 10 cm de longueur et matrice sableuse, surmontées par 0,80 m de limons argileux colluviaux. En limite ouest de la carte, ces limons proviennent essentiellement du remaniement des altérites des marnes calloviennes et ont été notés Cj4.

**Fz/Fy. Alluvions holocènes (Fz) : limons et limons sableux recouvrant des alluvions grossières (Fy) d'âge weichsélien probable.**

Les alluvions holocènes ne sont bien individualisées des colluvions que dans les vallées principales et encore seulement dans les parties présentant un fond bien plat (flat alluvial), limité du versant par une rupture de pente très nette. Les remplissages des fonds de vallées secondaires ont été notés



CFy-z (voir ci-après). Les alluvions holocènes sont constituées principalement de limons alluviaux, plus ou moins sableux, d'un brun terreux, tirant parfois sur le vert ou le gris. En profondeur, elles deviennent hydromorphes, passant au faciès pseudogley (teinte grise tachée d'ocre) puis au faciès gley (aspect de vase putride de teinte gris bleutée à gris verdâtre, sombre à l'état humide). Ces vases présentent localement des niveaux noirs, riches en matière organique fins (« gyttja ») ou tourbeux. Souvent localisés à la base des alluvions Fz, les niveaux tourbeux ont généralement une épaisseur de quelques décimètres, atteignant rarement 2 m. Dans quelques sondages, ils apparaissent à faible profondeur (de 0,80 à 2,20 m, dans le sondage 3-48). L'épaisseur des alluvions Fz est généralement comprise entre 2 et 3 m, mais peut être plus importante dans le secteur de Lisieux (6 m dans le sondage 3-110).

*Vallées de la Vie et de la Touques.* L'épaisseur moyenne des alluvions holocènes dans les principales vallées du pays d'Auge méridional est de 2 m. Profonde de 1 à 2 m, l'entaille du lit mineur n'atteint pas toujours les graviers de fond. Si le passage du limon brun supérieur au gley profond peut être progressif, fréquemment, apparaît, à une profondeur de 1 m à 1,50 m, une discontinuité délimitant un petit paléosol alluvial isohumique, marquant le sommet du limon hydromorphe inférieur, souvent discontinus. Les limons supérieurs sont récents et appartiennent pour une large part à l'Holocène final. En effet, ils renferment le mollusque *Cecilioides acicula*, apparu en Europe occidentale seulement à l'époque historique (Clet et *al.*, à paraître). Une grande partie du remplissage holocène des fonds de vallées apparaît donc liée à l'érosion provoquée par les grands défrichements historiques. Les apports colluviaux dans les alluvions holocènes se marquent par la présence de fragments de silex anguleux épars et une structure plus massive. Localement, les silex ont été repris par l'eau et forment de petits lits lenticulaires.

Les alluvions Fz ont un âge holocène (Havlicek et *al.*, 1991) à actuel, L. Mornod (1948) ayant observé des coquillages marins rejetés par l'Homme à plusieurs mètres de profondeur, sous la ville de Lisieux.

**CFy-z. Colluvions et alluvions immatures indifférenciées de bas de versants, de fonds de vallons et de vallées secondaires.** Limons et limons sableux, plus ou moins chargés en fragments de silex. À l'exception de certaines parties du cours de la Vie, de la Touques et de l'Orbiquet, la plupart des vallées du pays d'Auge méridional ne présentent pas de basse terrasse (flat alluvial) bien caractérisé. Leur forme « en auge » est probablement à l'origine du nom de la région. La limite entre le versant et le fond de la vallée est rarement marquée par une rupture de pente dans la morphologie, et les formations superficielles varient souvent peu de part et d'autre de cette limite. Celle-ci ayant cependant une réelle existence dans certaines

parties des vallées et vallons, et la lecture de la carte nécessitant l'individualisation des fonds de vallées, elle a été tracée aussi dans les zones où elle ne correspond pas à un changement de lithologie des formations superficielles. Dans les limons de fonds de vallées, les gélifracsts sont fréquents, épars ou en passées d'épaisseur et d'extension variables. Ils sont les témoins d'une mise en place ou d'un remaniement par solifluxion du matériau limoneux qui présente rarement des ébauches de stratification. En profondeur, les matériaux deviennent hydromorphes et prennent un faciès de pseudogley (teinte grise à taches ocre) ou gley (aspect de vase putride). Au fond, on observe généralement quelques fragments de silex anguleux, peut-être légèrement déplacés par le cours d'eau, mais appartenant plutôt à des formations de gélifluxion qu'à de véritables alluvions.

**Uz. Tufs de sources, zone à galets encroûtés (indication ponctuelle).** Localement, dans des zones de sources liées à l'écoulement sur les versants de l'aquifère des craies du Cénomanién, des encroûtements calcaires ont été observés (Nord de Lécaude, Nord-Ouest de Sainte-Marguerite-de-Viette, Sud de Saint-Germain-du-Livet). Actuels, ces tufs sont semblables à ceux qui ont été décrits par P. Havlicek et *al.* (1991) sur la feuille Vimoutiers. Ils n'ont pas été recherchés de façon systématique. Selon un agriculteur, le lit du ruisseau du Foulbec, au Nord de Lécaude, serait riche en galets encroûtés.

### Dépôts anthropiques

**X. Remblais.** Abondants et étendus dans les zones urbanisées, en particuliers sous la ville de Lisieux, les remblais sont difficiles à délimiter, les sondages étant épars et ces matériaux ayant été entassés à l'échelle du cadastre. Leur composition est variable : pierres de construction, béton, débris d'enrobés bitumineux, débris de bois, etc. Sous la ville de Lisieux, leur épaisseur est habituellement comprise entre 1 et 3 m. Quelques déblais du tunnel ferroviaire de la Motte ont été figurés.

## TECTONIQUE

Le territoire couvert par la carte Livarot étant situé dans la zone de recouvrement du Massif armoricain par les terrains secondaires du bassin de Paris, sa géologie est encore très liée aux structures du Nord-Est du socle armoricain, acquises lors des orogénèses cadomienne et hercynienne.

### Plissement cadomien

La structuration la plus ancienne connue dans la région n'intéresse que des terrains non affleurants, mais probablement bien représentés sous la couverture mésozoïque : les formations du Briovérien, d'âge protérozoïque supé-

rier (voir § « Terrains non affleurants » et le schéma structural en marge de la carte). Les couches du Briovérien, silteuses et gréseuses (wackes), ont été intensément plissées lors de l'orogénèse cadomienne. De direction N60° à N70°E, les plis sont isopaques, serrés, les couches étant souvent subverticales. Dans le bocage normand, ces plis sont recoupés par les granodiorites mancelliennes datées à 540 ± 10 Ma (Pasteels et Doré, 1982).

### **Plissement varisque (ou hercynien)**

Affectant l'ensemble du Massif armoricain et le substrat du bassin de Paris, la structuration varisque intéresse ici tout le socle infra-mésozoïque. Les données sur cette structuration nous viennent donc du bocage normand, plus à l'Ouest, où les terrains paléozoïques anté-dévonien affleurent beaucoup plus largement. Ils sont déformés en vastes plis plurikilométriques, d'orientation N110° E. Par une inversion de relief, due à la longue période d'érosion posthercynienne, seuls les synclinaux sont conservés (dans le champ de la carte : synclinal de May-sur-Orne). Les plis sont souvent déversés vers le Sud et parfois compliqués par des phénomènes d'écaillage et même des chevauchements (Robardet, 1969). La fourchette d'âge du plissement est déduite d'observations paléontologiques dans la partie nord-ouest de la Zone bocaine (département de la Manche ; Dupret et *al.*, 1990) : post-Viséen inférieur ou moyen à Autunien. Elle est probablement plus étroite, mais la flore westphalienne du Plessis (Lemoigne, 1968 ; Coquel et *al.*, 1970) ayant été recueillie sur des terrils, postérieurement à des importations de charbon depuis le Pays de Galles et le contexte sédimentologique cadrant mal avec cet âge (communications orales de R. Feys et J.-F. Becq-Giraudon), la présence de sédiments westphaliens en Normandie est incertaine.

La plupart des structures plissées du bâti hercynien sont recoupées par des fractures subméridiennes (N160°E à N40°E), d'âge varisque tardif.

### **Déformation et fracturation postvarisques**

La carte Livarot est située au Nord d'une zone où la couverture mésozoïque est affectée par deux directions de fracturation : N110° et N60°E (Éperon du Perche). L'examen de la carte tectonique à 1/1 000 000 de la France (Autran et *al.*, 1980) montre que les accidents, suivant cette dernière direction, se situent dans le prolongement du faisceau de failles N60°E Vitré – Mayenne – Alençon qui se rattache à l'Ouest au cisaillement nord-armoricain. Ces accidents peuvent donc être interprétés comme des rejeux de fractures hercyniennes. Sur la feuille Livarot, comme dans toute la partie septentrionale du pays d'Auge, la direction N110° ne dépasse guère la vallée de la Touques, et au lieu de prendre en relais une direction N60°, les accidents suivent une direction presque E-W. La faille de Courtonne est l'accident le plus méridional de cette famille de failles E-W du Nord du

pays d'Auge qui présentent toutes une lèvre nord relevée. Son jeu vertical atteint 50 m à Saint-Jean-du-Livet. Elle est décalée par des failles N150° (vallée de l'Orbiquet) et N50° (Saint-Jean-du-Livet). Aucun affleurement ne permet de préciser les jeux exacts de tous ces accidents mis en évidence seulement par la cartographie.

L'âge du jeu des failles E-W n'est pas connu avec précision. Il est probable qu'elles auraient joué lors de la compression pyrénéenne, ou, selon J.M. Suzzoni (1988), lors d'une phase de compression alpine miocène, la faille de Moulins-la-Marche, plus au Sud, présentant un rejet inverse (1/50 000 l'Aigle, Ménillet et *al.*, 1998).

### **Failles subméridiennes**

Le cours rectiligne de la Touques a souvent donné l'idée d'un accident subméridien ayant guidé le tracé du fleuve. Si le lever de la feuille Vimoutiers ne nous a montré aucune évidence cartographique en amont, en particulier dans la région de Gacé (Ménillet et *al.*, 1994), de Notre-Dame-de-Courson à Fervaques, la Glauconie de base est décalée d'une vingtaine de mètres de part et d'autre de la vallée, dans le sens inverse du pendage régional des couches (coté oriental relevé). Le même phénomène se produit à Saint-Martin-de-la-Lieue. Au Sud de la localité, dans la sinuosité en « S » de la Touques, la faille de Courtonne disparaît. Le panneau élevé et basculé vers le Nord de Saint-Jean-du-Livet se termine ici en coin. Du coté abaissé, les terrains sont plus ou moins disloqués selon de petits accidents, dont deux flexures mises en évidence par la cartographie.

### **Possibilité de mouvements cénozoïques**

Aucune étude microstructurale n'a été publiée sur les carrières de calcaire de la feuille Livarot. Plus au Sud, depuis la feuille Sées à 1/50 000 jusqu'en Anjou, J.M. Suzzoni (1988) a étudié la chronologie des principales déformations cassantes observées dans les formations jurassiques et crétacées. Il distingue :

- des accidents subméridiens, rapportés à la compression pyrénéenne (Crétacé terminal à Éocène), à jeu, selon nous, probablement distensif ou décrochant ;
- des jeux décrochants E-W à NW-SE, qui pourraient être liés à une phase compressive alpine d'âge miocène ;
- des fentes de tension, selon ces mêmes directions, rapportées à une distension N-S d'âge pliocène possible ;
- des microdécrochements tardifs N20° à N50°E, reliés aux contraintes de compression récentes à actuelles.

Des mouvements épirogéniques ont aussi affecté la région : relèvement de la bordure occidentale du bassin de Paris ; soulèvement de la zone située tout à fait en amont du bassin versant de la Touques (« dôme de Gacé » ; Quesnel, 1997).

## SYNTHÈSE GÉODYNAMIQUE RÉGIONALE

Les témoins les plus anciens, accessibles à l'observation, du territoire couvert par la carte sont les marnes du Callovien inférieur. En profondeur (voir § « Terrains masqués par la couverture mésozoïque »), les structures du Nord-Est du socle armoricain se prolongent sous la couverture mésozoïque (voir le schéma structural, en marge de la carte), avec des terrains d'âge paléozoïque inférieur à protérozoïque supérieur (schistes briovériens). À la fin du Protérozoïque et au Paléozoïque, l'histoire géologique de la région étudiée est logiquement identique à celle du Bocage normand, immédiatement voisin à l'Ouest.

### **Protérozoïque terminal : bassin marin briovérien et orogénèse cadomienne (vers 600 Ma)**

Les premières données sur l'histoire géologique de la région nous sont fournies par les dépôts briovériens du Protérozoïque supérieur. À cette époque, elle se situait dans un bassin assez profond, en bordure d'une masse continentale comprenant les roches les plus anciennes d'Ibérie et d'Armorique méridionale, soudées au vaste ensemble proto-gondwanien. Ce dernier comprenait les parties les plus anciennes de l'Afrique, de l'Amérique du Sud, de l'Australie, de l'Antarctique et du Dekkan, en voie de regroupement. Probablement marin, le bassin briovérien ou « mancellien » était limité au Nord par un arc orogénique : la Cordillère constantienne (Dissler et *al.*, 1986). À la fin de cette période, les sables et boues, déposés puis lithifiés dans ce bassin, sont intensément plissés selon des directions WSW-ENE et acquièrent une schistosité. Au Sud-Ouest, ces plis sont recoupés par des granodiorites datées à 540 Ma. La région était donc incluse dans une chaîne de montagnes (Chaîne cadomienne) et émergeait.

### **Paléozoïque : retour de la mer, puis plissement varisque**

Dès le Cambrien, le bâti cadomien se fracture et la mer tend à réenvahir la région. Vraisemblablement en condition deltaïque, se déposent des conglomérats (Poudingue pourpré), des sables et des boues, en discordance sur la tranche des schistes briovériens, redressés. Ensuite, les dépôts sont encore plus fins (pélites, argilites) puis carbonatés. Vers 475 Ma (Ordovicien), la mer dépose des sables sur toute la partie nord-est de l'actuel Massif armoricain. Cimentés, ces sédiments littoraux, élaborés à partir d'un ancien reg, deviendront le Grès armoricain. Au Llanvirnien, les dépôts

deviennent plus fins et réducteurs (Schistes d'Urville). Au cours du Llandeilien, la sédimentation redevient sableuse (Grès de May). La faune est toujours rare ou mal conservée (trilobites, bivalves, brachiopodes). La sédimentation se poursuit probablement jusqu'au milieu du Dévonien : pélites à fragments ou tillite de Feugerolles, schistes noirs ampéliteux du Silurien, sables. Une lacune étendue des dépôts postérieurs au Dévonien, dans le Nord-Est du Massif armoricain, est généralement rapportée à une émergence liée aux prémices de la phase bretonne, en particulier par E. Dissler et *al.*, 1986. Ils la considèrent comme une réponse épirogénique aux mouvements de compression et de coulissage complexes, contemporains de la collision continentale sud-armoricaine. Au Carbonifère, la région subit les plissements varisques, entre le Namurien et le Stéphaniens, les sédiments du bassin houiller de Littry (Calvados), au Nord-Ouest, n'étant pas plissés (voir § « Tectonique »). Les dernières phases de l'orogénèse varisque se sont traduites dans la région par une fracturation.

### **Érosion post-hercynienne et retour de la mer (Riout, 1968 et 1980a)**

Après le paroxysme de l'orogénèse varisque, la région reste émergée pendant toute la fin du Paléozoïque et le Trias. L'érosion transforme la chaîne de montagnes en pénéplaine. Certaines dépressions se sont probablement remplies de sables et graviers d'origine continentale, dépôts ultérieurement érodés lors des transgressions du Mésozoïque. D'abord protégées par leur position basse, les barres de grès des synclinaux paléozoïques sont finalement mises en relief et constituent des écueils au Jurassique moyen.

Au Jurassique inférieur, la mer liasique envahit le réseau de drainage de cette pénéplaine pour conquérir progressivement la bordure orientale de Massif armoricain, selon plusieurs pulsations transgressives. Celle du Pliensbachien a certainement atteint et dépassé le champ de la feuille Livarot. Discontinus et condensés, des dépôts du Lias moyen et supérieur pourraient être localement conservés à la base de la série jurassique (sables ?, argiles ?, marnes ?, calcaires gréseux ou bioclastiques près des écueils).

### **Plate-forme carbonatée du Dogger (Fily et Riout, 1980b ; Riout, 1985 ; Riout et *al.*, 1991, 1992)**

Au Bajocien supérieur, la mer s'étale alors largement sur la Normandie, débordant la limite des dépôts liasiques. Un régime de plate-forme carbonatée s'ébauche. Les dépôts transgressifs se biseautent contre les écueils de grès paléozoïque qui ne sont pas encore tous recouverts de sédiments.

À la suite d'une nouvelle pulsation transgressive, au Bathonien inférieur à moyen, le régime de plate-forme carbonatée s'affirme et se maintient, malgré plusieurs arrêts de sédimentation d'extension régionale. Certains

écueils restent émergés (Mittois). La sédimentation calcaire, principalement oolitique et bioclastique se termine par un arrêt de sédimentation, d'extension provinciale (surface de Lion-sur-mer). Dans une large zone débordant de l'Éperon du Perche, jusque dans le secteur de Saint-Pierre-sur-Dives, la lacune perdure pendant tout le Bathonien terminal (zone à *Discus*).

**Envasement et comblement de la bordure armoricaine du Bathonien terminal à Oxfordien inférieur** (Dugué, 1987 à 1991 ; Dugué et Rioult, 1989a, b ; Rioult et *al.*, 1991 et 1992)

Un important changement de sédimentation intervient avec la substitution brutale du régime terrigène du Callovien au régime carbonaté de plate-forme du Bathonien. Cette dernière s'envase. Le premier cortège transgressif de cette séquence pourrait être représenté dans la partie nord de la feuille (Argiles de Lion, Bathonien terminal), mais manque dans la partie sud, où la sédimentation argileuse ne débute qu'à la base du Callovien avec les Marnes d'Escoville ou leur équivalent latéral. Plus ou moins rythmée par des bancs calcaires micritiques, indiquant des arrêts ou des ralentissements de sédimentation, la série argileuse se charge peu à peu d'apports détritiques des terres armoricaines voisines soumises à l'érosion (silts, sables à minéraux lourds armoricains, débris de bois, fraction argileuse à kaolinite et illite). Ensuite, la vasière s'ouvre plus largement aux influences franchement marines, au moins dans la partie septentrionale et probablement aussi dans la partie orientale de la carte (Marnes d'Argences, Marnes à *Belemnopsis latesulcatus*). Plus haut dans le Callovien moyen, les apports détritiques reprennent et des thanatocétoses à brachiopodes soulignent des arrêts de sédimentation, les plus diversifiées en espèces pouvant indiquer des surfaces d'inondation maximum (Garcia et *al.*, 1996). Au Callovien supérieur (Marnes de Dives), la vasière s'ouvre plus largement aux influences marines, les brachiopodes se font rares et sont remplacés par des huîtres et des gastéropodes. Ces conditions perdurent à l'Oxfordien inférieur (Marnes de Villers) où le taux de sédimentation augmente. Dans la série marneuse callovo-oxfordienne, des céphalopodes occasionnels indiquent des affinités avec la province subboréale, dominantes au Callovien inférieur et supérieur, moins marquées au Callovien moyen et à l'Oxfordien inférieur.

**Épisodes de transition terrigènes – carbonates** (Dugué et Rioult, 1987 ; Dugué, 1989 et 1997)

Au sommet de cette série terrigène, se rencontre un niveau condensé, l'Oolite ferrugineuse de Villers-sur-Mer, représentée ici par un mince banc de calcaires micritiques à oolites de goethite, de la zone à *Cordatum*. Ce niveau marque le début d'une crise épirogénique, entraînant une reprise d'érosion sur le Massif armoricain et l'arrivée de quartz détritiques grossiers et de produits ferrugineux (Calcaire d'Auberville, Roussier de Gacé) et précédant l'installa-

tion de la plate-forme carbonatée de l'Oxfordien moyen sur la bordure est-armoricaine pratiquement nivelée par les terrigènes callovo-oxfordiens.

**Plate-forme carbonatée de l'Oxfordien moyen** (Dugué, 1987, 1989 et 1997 ; Paienda, 1987a, b)

Au début de l'Oxfordien moyen, des sables oolitiques calcaires (Calcaire oolitique de Lisieux) se mettent d'abord en place sous le contrôle de courants. Ensuite, sur les points hauts du corps oolitique, se mettent en place de petits récifs coralliens, entourés de couches périrécifales, à débris de polypiers, à oncolites d'origine cyanobactérienne et à nérinées. Ensuite, la plate-forme tend à s'envaser par des boues carbonatées (Calcaire à *Diceras minor*, micritique à bioclastique ; Calcaire de Blangy, micritique). Les faunes récifales et les algues calcaires, présentes dans ces dépôts carbonatés, indiquent un climat plus chaud contrôlant une sédimentation calcaire de haute énergie. Les influences faunistiques mésogéennes sont prédominantes.

**Oxfordien supérieur : delta des Sables de Gos et vasières littorales** (Dugué, 1987 et 1989 ; Paienda 1987a, b)

Dès le début de l'Oxfordien supérieur, une reprise de la subsidence sur la plate-forme normande et de l'érosion sur le Massif armoricain provoque la formation d'un delta sableux dans la région de Lisieux (séquence inférieure des Sables de Gos), séparant une vasière subtidale à éponges siliceuses, au Nord, et une mosaïque de petites vasières littorales, au Sud (Calcaire à astartes). Une tendance régressive entraîne la chenalisation de l'apport sableux (séquence supérieure des Sables de Gos) et des conditions estuariennes avec indices d'émersion.

La sédimentation fine, argilo-carbonatée, des vasières perdure au moins jusqu'au Kimméridgien, recouvrant le corps sableux des Sables de Gos, mais les dépôts post-oxfordiens ont été presque entièrement détruits par l'érosion fini-jurassique et éocrétacée et la transgression aptienne.

**Émersion et érosion fini-jurassique et éocrétacée**

L'importante régression marine fini-jurassique, qui affecte l'ensemble du bassin de Paris, débute au Tithonien et entraîne l'émersion de la région durant une trentaine de millions d'années. Elle se traduit par une importante érosion qui, cumulée avec celle de la transgression marine albo-aptienne, a éliminé la partie supérieure de la série jurassique, jusqu'au sommet de l'Oxfordien, à l'Est de la carte, et jusqu'au Callovien supérieur, au Sud-Ouest.

**Aptien à post-Santonien : transgression marine albo-aptienne et mers de la craie** (Alcaydé et *al.*, 1980 ; Juignet, 1974 ; Juignet et Breton, 1992)



À la fin du Crétacé inférieur, la mer envahit à nouveau tout le domaine des affleurements actuels du Jurassique et déborde sur les limites actuelles du Massif armoricain. Elle débute à l'Aptien avec des sables glauconieux. À l'Albien, le taux de sédimentation reste faible. Les dépôts sont essentiellement détritiques dans une vaste vasière circalittorale et des milieux confinés favorisant un enrichissement en fer, magnésium et potassium et une importante authigenèse aboutissant à la formation de grains de glauconie. Ensuite, le milieu s'ouvre progressivement, mais avec des fluctuations plus ou moins rythmiques soulignées par une organisation séquentielle. La plupart des paraséquences sont limitées à leur partie supérieure par un niveau de craie noduleuse ou un banc durci (« hard ground »). Certains d'entre eux, d'extension régionale (Rouen I, Antifer 1 ; tableau 2), limitent des mégaséquences. Ces dernières correspondraient à des cycles transgression – régression, au nombre de cinq (Juignet et Breton, 1992), le dernier débordant largement sur le Turonien. Au cours de cette évolution, la phase carbonatée augmente progressivement, le faciès évoluant de craies glauconieuses, riches en éléments détritiques et bioclastes, à des craies plus franches, largement constituées de coccolites et *Nannoconus*. L'abondance de foraminifères planctoniques dans les craies du Cénomanién supérieur souligne l'appartenance à un milieu infratidal.

La sédimentation crayeuse s'est poursuivie au moins jusqu'au Santonien, ainsi qu'en témoignent les foraminifères recueillis dans la Formation résiduelle à silex, altérite qui surmonte et entame ici les craies du Cénomanién. Au cours de la régression fini-crétacée, la mer se retire du bassin de Paris et livre les dépôts crayeux à l'altération et à l'érosion.

**Cénozoïque : évolution continentale ; mise en place de la couverture de formations superficielles, principalement sous l'action des facteurs périglaciaires quaternaires** (voir § Géodynamique récente)

En l'absence de dépôts datés, l'histoire de la région au Tertiaire est très mal connue. Le contexte régional permet de supposer une évolution essentiellement en milieu continental. Les dépôts sableux et gréseux sont trop localisés et trop résiduels pour permettre de reconstituer des ébauches de réseaux fluviatiles. La ligne de brèches et conglomérat à silex de Sainte-Marguerite-de-Viette, au Sud de Cernay, pourrait marquer la limite d'extension vers le Sud-Ouest d'une lèche marine de l'Yprésien ou du Stampien.

## GÉODYNAMIQUE RÉCENTE

Les formations superficielles, l'évolution du réseau hydrographique et la géomorphologie sont les principaux témoins de l'histoire récente. Les éléments de datation sont rares ou imprécis, mais les contextes régional et

nord-ouest européen permettent de saisir les grandes lignes de la géodynamique récente. La dispersion actuelle du réseau hydrographique autour de l'Éperon du Perche est l'indice d'une tendance épirogénique positive. Ce jeu et, en contraste, l'abaissement du niveau de base marin pendant les périodes froides du Quaternaire, ont facilité l'incision profonde des plateaux du pays d'Auge par le réseau hydrographique.

Les phénomènes périglaciaires, liés principalement aux alternances gel – dégel au cours des périodes froides du Quaternaire ont intensément marqué, déformé et remanié les dépôts et altérites qui affleuraient à la surface des plateaux et des versants. Cryoturbation, gélifluxion, cryoreptation, glissements en masse et, dans les périodes plus clémentes, le ruissellement diffus, ont largement contribué à générer un manteau de formations superficielles, épais et diversifié. Ces dernières ont fourni leurs principaux matériaux parentaux aux sols de cultures, et constituent la plupart des sols de fondation. Sans oublier les dépôts de poussières minérales, les loëss, apportés sur les plateaux par des vents froids et secs et roches mères d'excellents sols de culture.

D'un point de vue sismique, la région apparaît assez stable. Aucun épicentre de tremblement de terre important n'a été localisé à l'aplomb du territoire de la feuille Livarot par les recherches de sismicité historique et les sismographes instrumentaux (Vogt et Weber, 1980). Parmi les séismes des régions voisines ayant secoué ce territoire, citons (Vogt et *al.*, 1979) celui du 30 décembre 1775 qui a ébranlé la région de Caen, celui du 30 mai 1889 qui a touché Condé-sur-Noireau (intensité MSK = VI) et celui du 19 novembre 1927 dont l'épicentre se situait 7 km au Sud-Est de Flers-de-l'Orne. Si la sismicité historique apparaît donc peu importante dans la région, rappelons cependant que la structure profonde de celle-ci appartient au Massif armoricain dont l'évolution néotectonique, au cours du Quaternaire, est loin d'être négligeable.

## GÉOLOGIE DE L'ENVIRONNEMENT

### *OCCUPATION DU SOL*

#### **Sols, végétation**

Non fondées sur des études approfondies de pédologie et de phytogéographie, ces quelques notes n'ont qu'une valeur indicative ; elles ont pour objet de présenter quelques généralités montrant le lien entre le substrat géologique et les principales caractéristiques des sols et de la végétation. Pour plus de précisions, il conviendra de consulter des spécialistes de ces disciplines et leurs travaux. Parmi ces derniers, citons la carte pédologique de la France à 1/1 000 000, publiée par l'Institut national de recherches

agronomique (INRA), et la carte de la végétation de la France à 1/200 000 que nous avons utilisée, ainsi que le chapitre « Sols et végétation » de la notice de la carte géologique Vimoutiers à 1/50 000 (Lecointe *in* Ménillet *et al.*, 1994).

Dans la région, la plupart des sols sont récents, souvent d'âge holocène. Leur différenciation est principalement liée aux phénomènes de « brunification » et de lessivage, atteignant localement le stade de podzolisation (sols sableux) dont l'intensité dépend de la texture des roches mères et du substrat. L'hydromorphie est fréquente dans les fonds de vallons et de vallées, mais aussi dans certaines parties des versants où affleurent des formations argileuses (Glauconie de base, marnes du Callovien et de l'Oxfordien).

Les plateaux, couverts de limons lœssiques, portent des sols bruns, d'autant plus propices aux cultures qu'ils sont moins lessivés. Dans les aires déprimées et les secteurs à limons peu épais, l'hydromorphie favorise l'utilisation de ces sols en prairies. Sur la Formation résiduelle à silex, les sols acides (sols lessivés acides, planosols) sont le domaine des herbages, des bois occupant les zones les plus caillouteuses, en particulier à proximité des versants. Des chênaies sessiliflores et des chênaies – hêtraies acidiphiles constituent le couvert forestier. En sous-bois, l'abondance de myrtilliers, de canche flexueuse, de callune et de fougère grand aigle révèle les sols les plus acides. Ce type de bois s'étend sur les hauts de versant, recouverts de Formation résiduelle à silex solifluée, mais s'enrichit en espèces dans les zones déprimées, puis plus bas sur le versant où les sols s'épaississent et acquièrent un pH plus neutre. Ce changement se traduit dans la végétation par l'apparition du chêne pédonculé, du frêne, des érables, du charme ou du tilleul. En sous-bois, aubépines, bourdaine, sureau noir, cornouiller, ronces et lierre meublent les sols les moins acides ; la canche flexueuse, la fougère grand aigle, la callune et parfois la myrtille tapissent les sols les plus acides. À la lisière inférieure des bois, quand la pente augmente, la craie affleure de place en place et le sous-bois s'épaissit et s'enrichit d'espèces calcicoles : viorne lanthane, cerisier de Sainte-Lucie (*Prunus mahaleb*), clématites.

Les versants du pays d'Auge, élevés, pentus et bien régularisés, sont principalement exploités en pâtures entourées de haies taillées. En raison des variations de composition des formations superficielles de versant et de l'intensité des phénomènes d'érosion et de colluvionnement, les sols y sont très variés. Sols acides, neutres ou calcaires (pelouses à brachyopodes) avec des degrés d'évolution très variables (du sol peu évolué d'apport colluvial récent aux sols lessivés des formations très anciennement solifluées). Sols à tendance xérophile à avoine élevée ; sols mésophiles à crénelle et ivraie ; sols hygrophiles (milieux ou bas de versant), souvent instables, à argiles gonflantes, avec de fréquentes masses glissées. Cette zone hydromorphe, riche en sourcins, correspond aux zones d'affleurement de la Glauconie de

base et des sables surincombants. Dans les zones les plus humides, la prairie laisse parfois la place à des peuplements naturels d'aulne ou des plantations de peupliers. En dessous, dans la vallée de la Vie et, plus à l'Ouest jusqu'à la cuesta du pays d'Auge, les versants sont façonnés dans les marnes du Callovien et de l'Oxfordien, plus ou moins recouvertes de formations superficielles. Ces terres sont principalement occupées par des herbages, mais sur les grands glacis situés à l'Ouest de la carte, la pratique du drainage a permis une grande extension des sols de culture, largement plantés en maïs.

Les fonds de vallées sur alluvions limoneuses et les fonds de vallons sur colluvions sont principalement exploités en prairies. De petits peuplements naturels à aulne glutineux, saule marsault et à oreillettes colonisent les parcelles abandonnées par l'élevage. Les plantations de peupliers se localisent essentiellement dans les vallées les plus larges (vallée de la Touques). Les sous-bois de ces sols hydromorphes sont tapissés de laïches (*Carex*), reine des prés et de roseaux dans les zones les plus humides.

## **Agriculture**

Situé au cœur du pays d'Auge, le territoire couvert par la feuille Livarot est traditionnellement voué à l'élevage. Même l'industrie est essentiellement tournée vers la filière laitière (laiteries de Beuvillers, fromagerie de Livarot). Cloisonnés par des haies vives ou taillées, souvent rythmées par des arbres têtards (paysage de bocage), les herbages prédominent dans le paysage. Les remembrements, la pratique du drainage et l'importance prise par le maïs dans la nourriture des bovins ont largement contribué à ouvrir le paysage et à mettre en culture tous les sols exploitables en labour. Cette mutation n'a pas empêché le pays d'Auge de souffrir de la déprise agricole, les sols les plus pentus, difficiles à exploiter selon les concepts de rentabilité moderne, se couvrant souvent de friches à ronces, chardons, joncs, fougères. L'habitat rural dispersé, localisé à proximité de la source ou abondent encore les bâtiments à colombages, résiste mal à l'abandon. La vogue des courses de chevaux a entraîné la création de nombreux haras, maintenant la réputation des prairies augeronnes. La recherche de boissons de qualité favorise aussi la fabrication artisanale des produits « cidricoles », particulièrement renommés dans le secteur de Cambremer (bordure nord-ouest de la carte).

## *ÉLÉMENTS DE GÉOTECHNIQUE*

Ces notes ont pour objet d'attirer l'attention des utilisateurs sur quelques particularités des principales formations géologiques représentées. Non exhaustives et non fondées pour la plupart des études spécialisées, elles ne doivent être utilisées qu'à titre indicatif. Étant donné la dispersion plus ou

moins grande des affleurements qui ont permis de l'établir, la carte, à l'échelle du 1/50 000, ne peut fournir toutes les données géologiques précises de façon ponctuelle. À l'échelle du chantier, elle donne un canevas, avec un inventaire aussi exhaustif que possible des différentes formations géologiques, qui doit être précisé par sondages avant tous travaux importants. Elle permet, en particulier, une meilleure implantation et interprétation des forages de reconnaissance. Les conditions locales doivent être étudiées avec soin, surtout pour les terrassements importants (pendage des couches, fracturation, régime des venues d'eau, degré d'altération des terrains, conditions d'équilibre des formations superficielles, etc.).

### Fondations et stabilité

**Calcaires jurassiques.** Les calcaires de l'Oxfordien ont une dureté très variable. Ils peuvent être meubles ou présenter des bancs durs, souvent discontinus. Dans leur partie supérieure, ils sont disloqués sur une épaisseur moyenne de 1 m, mais parfois beaucoup plus profondément, en particulier sur des versants. Ils peuvent renfermer des poches d'argile ou de sable ayant plusieurs mètres d'extension et de profondeur.

**Marnes calloviennes et oxfordiennes.** Les marnes grises du Callovien et de l'Oxfordien sont assez compactes en profondeur. Elles renferment fréquemment de gros nodules ou bancs lenticulaires de calcaire dur. En surface, elles sont habituellement décompressées, assez instables et sujettes au fluage sur les versants quand elles sont gorgées d'eau. Les loupes de glissement ont généralement des dimensions modestes. En bas des versants du pays d'Auge, elles sont fréquemment recouvertes par des masses de craie, de sables glauconieux et de matériaux argileux à silex glissés de composition très variable et de faible stabilité.

**Sables de Glos.** Peu argileux, les Sables de Glos présentent les caractéristiques habituelles des formations sableuses : sensibilité à l'érosion, risque d'éboulement en front vertical, très accru si le sable est très humide.

**Aptien, Albo-Cénomaniens.** Les argiles et les sables glauconieux de l'Albien et de la base du Cénomaniens forment le niveau le plus instable de la région. Zone d'écoulement de l'aquifère de la craie du Cénomaniens, ces terrains sont particulièrement sujets au fluage, les glissements les plus importants entraînant des masses de craie parfois volumineuses (voir § « Risques naturels »).

**Cénomaniens crayeux.** Affleurantes ou recouvertes de Formation résiduelle à silex soliflué, les craies du Cénomaniens apparaissent sur des pentes assez fortes. Elles sont armées de niveaux durs (craie noduleuse ou bancs durcis) dont l'épaisseur peut atteindre et dépasser 2 m. Des cavités

souterraines, souvent artificielles (anciennes marnières), et plus rarement naturelles, peuvent miner certains versants.

**Formation résiduelle à silex et limons à silex.** Sur les plateaux du pays d'auge, on rencontrera des problèmes de drainage, principalement au Sud-Est de la carte ; des poches de limons et de sables, difficiles à prévoir, et un risque d'effondrements liés à la rupture du plafond d'anciennes cavités souterraines. Ces dernières sont principalement d'anciennes marnières souterraines. Certaines ont été figurées sur la carte, mais il en existe probablement d'autres. Une recherche de documents anciens (cadastres, minutes de notaires, etc.) et l'interrogation des anciens agriculteurs peut s'avérer utile. Les blocs de grès résiduels sont rares.

**Limons lœssiques.** Principalement représentés au Sud-Est de la carte, les limons lœssiques sont facilement érodés et peuvent être largement « minés », comme les sables, par des animaux fouisseurs. En surface, ils sont sensibles au gel. Leur résistance est faible et ils sont sujets à des tassements importants. Leurs propriétés mécaniques varient largement en fonction de leur teneur en eau. Quand ils sont hydromorphes, leurs caractéristiques deviennent franchement médiocres et ils n'ont plus aucune tenue.

**Tourbes.** Dans les vallées et zones basses, les formations tourbeuses sont très locales et peu épaisses.

## **Terrassements**

À l'exception des sables et des limons, la plupart des terrains nécessiteront de puissants engins de déroctage. Même les marnes présentent des parties dures. La Formation résiduelle à silex peut être assez compacte, avec une armature de silex, souvent plus dense en surface qu'en profondeur. Le recours aux explosifs ne s'imposera que pour fragmenter les blocs de grès les plus volumineux. Les bancs les plus massifs des calcaires jurassiques ne pourront se fragmenter facilement qu'à l'aide de petites charges d'explosif ou de puissants perforateurs sur pelles mécaniques.

## **Réemploi des matériaux**

Les matériaux de déblais locaux les plus appréciés sont les calcaires jurassiques et les Sables de Glos, mais ils sont généralement utilisés pour des remblais de faible portance. L'hétérogénéité des calcaires nécessite des traitements particuliers pour des remblais de plus forte portance. Les autres matériaux seront d'autant plus difficiles à réutiliser qu'ils sont plus argileux, la plupart nécessitant des traitements particuliers, comportant au moins un tri et un agencement adapté.

## *RISQUES NATURELS*

Les phénomènes les plus à craindre sont des glissements de terrain. Les versants du pays d’Auge où affleurent la Glauconie de base et les sables du Cénomaniens inférieur sont particulièrement exposés. Le risque est d’autant plus gênant que l’habitat rural est souvent localisé dans la zone d’affleurement de ces terrains, autour des sources. Le secteur le plus exposé va de la vallée de la Vie à la côte d’Auge.

### **Cavités souterraines**

Quelques cavités souterraines ont pu être recensées, essentiellement dans le quart sud-est de la feuille. Ce sont des cavités horizontales de faibles dimensions, de 30 à 125 m de développement. Elles s’inscrivent toutefois en bonne place parmi les cavités du karst de la craie dans cette région. Dans certains cas, des développements de 800 m à 3 km sont annoncés, mais leur existence et leur origine naturelle doivent être vérifiées. Ces cavités se localisent toutes sur des versants de vallées sèches exposés au Sud-Ouest ou au Sud-Est, parfois à proximité d’un affleurement de craie cénomaniens. Citons la grotte de Cheffreville-Tonnencourt, celles des Seigneurs à Fervaques et de la Pigeonnière à Cernay.

Très peu d’anciennes exploitations souterraines de craie de type « marnières » ont pu être recensées, malgré une abondance probable bien plus importante, en particulier dans le secteur de Fervaques–Tordouet. Caves, carrières souterraines et fours à chaux se rencontrent en revanche assez fréquemment sur le versant ouest de la vallée de la Touques, entre Notre-Dame-de-Courson et Lisieux. De nombreux puits (eau) existent également, appartenant à des particuliers.

Le signe « bétoire » localise de petites dépressions topographiques, indices possibles de cavités souterraines naturelles ou artificielles.

## *RESSOURCES EN EAU*

### **Données climatiques**

Le climat régional est de type océanique humide et tempéré. La station météorologique de Lieury – située à quelques kilomètres au SSE de Saint-Pierre-sur-Dives, en limite des feuilles Mézidon et Livarot – fournit des indications de températures et de précipitations locales.

La température moyenne inter-annuelle est de 10,2°C, et l’amplitude thermique de 12,7°C. La température minimale se situe en janvier et février (4,3°C), et la température maximale en juillet (17°C).

Les précipitations annuelles totalisent en moyenne 640 mm. Les pluies les plus faibles se situent en été (août = 40 mm), et les pluies les plus importantes ont lieu en hiver (novembre = 66 mm). Le Nord de la feuille est mieux arrosé, puisque Lisieux reçoit une moyenne annuelle de 809 mm de pluie (56 mm en août et 94 mm en novembre).

Il faut noter que les 640 mm reçus à Lieury représentent les précipitations les plus faibles du département du Calvados (avec Fontenay-le-Marmion, au Sud de Caen, qui reçoit 637 mm). La station météorologique de Carpiquet reçoit, quant à elle, 1 039 mm de pluie par an.

### Hydrologie

Sur la feuille Livarot, les eaux de surface se partagent entre deux bassins versants qui occupent chacun la moitié du terrain :

- la partie ouest de la carte appartient au bassin versant de la Dives ; la Vie est la rivière principale ;
- la partie est de la feuille appartient au bassin versant de la Touques qui la traverse du Sud au Nord.

#### Bassin de la Touques

La Touques prend sa source sur la feuille de Sées, un peu au Nord-Est du Merlerault, traverse la feuille de Vimoutiers et, après un cours de 30 km, aborde celle de Livarot. Du Sud au Nord, des Moutiers-Hubert aux faubourgs de Lisieux, son cours quasi rectiligne entaille le plateau crayeux du pays d’Auge sur un peu plus de 20 km. La vallée est morphologiquement très marquée ; le plateau domine constamment le fleuve de 80 à 90 m, et les flancs de vallée présentent couramment des pentes de 10 à 15 %.

La Touques, fleuve côtier se jette en baie de Seine, à Trouville-sur-Mer, après environ 80 km de cours. Elle reçoit en rive gauche de nombreux ruisseaux et, en rive droite, deux rivières importantes qui sont l’Orbiquet et son affluent la Courtonne dont les vallées entaillent tout aussi fortement le plateau cénomaniens. L’ensemble des affluents présents sur la feuille se répartit comme suit :

- ***En rive droite, l’Orbiquet qui reçoit en remontant vers l’amont :***
  - la Courtonne, grossie par la Marolles et de nombreux ruisseaux ;
  - le ruisseau de la Boutillerie, le Douet-Coquet, le ruisseau des Bellières et quelques autres de moindre importance ;



- ***En rive gauche :***

– le Douet du Carrelet, le ruisseau de la Fontaine Vas, le ruisseau de la vallée Verrier, le ruisseau des Terres Noires ;

- ***En rive droite de la Touques :***

– une série de ruisseaux dont les plus importants sont les ruisseaux de Querville, des Mollants, des Londes, du val Raquet, le Douet-Cordeux.

- ***En rive gauche de la Touques :***

– une série de ruisseaux dont le Cirieux, les ruisseaux du Boulay, de la Hardonnière, de la Marette, de la Fontaine-Margot, du Crevier et d'autres moins importants.

L'abondance de petits ruisseaux est une caractéristique du réseau hydrographique en pays d'Auge qui est aussi le pays des sources. Elles naissent à la base du Cénomaniens, à la faveur des ruptures de pentes des flancs des vallées principales, et donnent naissance à de nombreux ruisseaux de courte extension. Les mares sont également un élément caractéristique du pays d'Auge ; leur abondance s'explique tant par la présence des argiles d'altération du Cénomaniens dans la partie orientale de la feuille (bassin de la Touques), que par la nature argilo-marneuse des formations de l'Oxfordien et du Callovien, dans la partie occidentale (bassin de la Dives).

### **Bassin de la Dives**

La Dives n'est pas présente sur la feuille Livarot, mais deux de ses affluents en rive droite occupent la moitié ouest de la coupure ; il s'agit de l'Oudon et du sous-bassin de la Vie. Ces rivières coulent essentiellement sur les terrains marneux du Callovien et de l'Oxfordien, ce qui donne au réseau un style différent de celui du bassin de la Touques : les vallées sont larges, les flancs peu accentués, les ruisselets, fossés, biefs abondants, et les rivières divaguent mollement en faisant de très nombreux méandres.

### **Sous-bassin de la Vie**

- ***La Vie reçoit en rive droite :***

– l'Algot, dont le cours est d'environ 10 km ;

– les ruisseaux du Mesnil-Simon, du Chêne, de Herpin, de la Fontaine-du-Vent, Douet-du-Moulin, du Moulin de Saint-Ouen-le-Houx, du Moulin de Lisoires,... et quelques autres non nommés.

- ***La Vie reçoit en rive gauche :***

– la Viette prolongée par le ruisseau de Saint-Georges et le Douet-de-Canteraine (16 km environ) ;

- les ruisseaux de Castillon, du Peulvey, du Huguin, de la Hanoudière, des Parcs-Belle-Eau,... ;
- la rivière Mone, qui n'intéresse la feuille que sur 3 km avant sa confluence.

### **Sous-bassin de l'Oudon**

L'Oudon traverse la feuille du Sud au Nord, ne recevant que quelques petits ruisseaux, et rejoint la Dives sur la feuille voisine Mézidon. Il coule sur les terrains argileux du Callovien, fait de très nombreux méandres, et ne présente pas de vallée bien accentuée.

### **Aquifères**

La feuille Livarot est essentiellement concernée par l'aquifère de la craie du Cénomanién qui occupe environ les trois-quarts du terrain. Dans le quart nord-est de la feuille, apparaissent les Sables de Glos qui n'ont pas de vocation aquifère à cause de la trop grande finesse du grain. Dans ce même secteur, les calcaires oolitiques et coralliens de l'Oxfordien supérieur commencent à prendre de l'extension en fond ou à flanc de vallée ; ils constituent déjà un aquifère bien productif, dont le développement s'accroît encore, plus au Nord, sur la feuille Lisieux. En limite occidentale, sous le Callovien, l'aquifère du Dogger existe à l'état captif, mais il est fort peu sollicité pour des raisons de difficulté d'accès.

### **Aquifère de la craie du Cénomanién**

Cet aquifère est le plus important présent sur la feuille Livarot dont il occupe plus de la moitié du territoire. Il est constitué par quelques dizaines de mètres de formations crayeuses du Cénomanién. La puissance de la craie est en moyenne de 30 à 40 m, sauf au Nord et à proximité de la faille de Courtonne, dans le compartiment relevé, où elle n'atteint que 10 m environ. Vers Lisieux, la craie est presque totalement décalcifiée, laissant une part importante, sur toute sa puissance, à des silts argileux. À la partie inférieure des assises crayeuses, la Glauconie de base constitue un plancher imperméable, parfois renforcé par l'Aptien argileux, lorsqu'il existe. L'aquifère de la craie du Cénomanién est donc libre et perché. Il est caractérisé par une porosité mixte, d'interstices, mais aussi de fractures et de fissures. La Formation résiduelle à silex issue de l'altération de la craie constitue une protection naturelle contre les pollutions, sans rendre cependant l'aquifère captif.

À la faveur des vallées, de nombreuses sources naissent le long des pentes, en particulier à la faveur de failles affectant la craie, constituant ainsi une ligne d'émergence. Ces sources de déversement alimentent autant de très courts ruisseaux, sub-perpendiculaires à l'axe de la vallée, qui rejoignent

gnent la rivière en quelques centaines de mètres seulement : la nappe alimente alors la rivière par déversement. Ce dispositif existe pour la Vie sur toute sa rive droite et seulement sur son cours supérieur en rive gauche ; la Viette n'est concernée que dans sa partie amont jusqu'à Boissey. La Touques connaît le même dispositif depuis le Sud de la feuille jusqu'à Prêtréville ; au-delà de cette localité, les affluents prennent naissance plus loin sur le plateau et développent des cours de plusieurs kilomètres ; la Touques est alors en équilibre avec la nappe du Cénomaniens qu'elle draine le plus souvent, ce qui est également le cas de l'Orbiquet et de ses affluents.

La craie est souvent le siège de phénomènes karstiques qui conduisent à la mise en place de réseaux préférentiels et rapides de circulation des eaux souterraines. Lorsque les eaux de ruissellement s'engouffrent dans les « bétoires », petites dépressions sur les plateaux, elles circulent rapidement dans les conduits du karst et peuvent donner naissance à des sources de déversement au débit particulièrement généreux.

La productivité des ouvrages (forages ou captages de sources) est liée à l'importance de la fissuration de la craie, et c'est généralement près de l'axe des vallées que la fissuration est maximale.

La nappe fait l'objet d'un contrôle suivi grâce à un réseau de surveillance piézométrique ; les ouvrages sont munis d'enregistreurs en continu des niveaux, mécaniques ou informatiques, relevés chaque mois. Les ouvrages suivants font partie de ce réseau :

- 147/3X/087 situé à Auquainville ;
- 147/4X/039 situé à Saint-Pierre-de-Mailloc ;
- 147/7X/011 situé à Chêffreville.

Le niveau piézométrique de la nappe du Cénomaniens varie sous l'effet des précipitations et plus particulièrement de la « pluie efficace », partie des eaux météoriques qui assurent la recharge de l'aquifère après élimination des eaux de ruissellement et de l'évapotranspiration par les plantes. Les fluctuations piézométriques sont saisonnières, mais aussi inscrites dans des cycles inter-annuels. Sous les plateaux, elles sont généralement plurimétriques, alors que dans la partie des vallées où existe l'équilibre nappe/rivière, elles se limitent à des amplitudes de l'ordre de 1 à 2 m seulement.

### **Aquifère des calcaires oxfordiens**

L'Oxfordien supérieur comporte une série calcaire de plusieurs dizaines de mètres de puissance qui constitue un réservoir important. Il s'agit de calcaires bioclastiques, souvent oolitiques, à passées argileuses plus ou moins importantes. Ces calcaires affleurent peu, mais ils apparaissent cependant en fond de vallées au Nord de la feuille, en particulier aux abords de Lisieux, dans les vallées de la Touques et de l'Orbiquet. Cet aquifère est en

équilibre avec les petites nappes alluviales de ces rivières ; il fournit des débits importants :

- l'ouvrage 147/3X/104 à usage industriel, situé à Beuvillers et profond de 33 m, a montré un débit critique de 130 m<sup>3</sup>/h, et une transmissivité  $T = 4,16.10^2 \text{ m}^2/\text{s}$  ;
- l'ouvrage 147/3X/015 à usage industriel, situé également à Beuvillers, a été poussé jusqu'à un débit de 220 m<sup>3</sup>/h au cours des essais de nappe ;
- les ouvrages 147/3X/024 (établissements Sopad-Nestlé) et 147/3X/069 (fromagerie Paul Renard) sont exploités au débit de 50 m<sup>3</sup>/h ;
- plusieurs ouvrages à vocation AEP ont montré en essais, des débits de l'ordre de 100 m<sup>3</sup>/h ; c'est le cas des forages 147/3X/003 et 004, 147/3X/018, 147/3X/102 qui sont plus généralement exploités autour de 50 m<sup>3</sup>/h ;
- les forages AEP de Lisieux 147/3X/111 et 147/3X/113 révèlent des transmissivités respectives suivantes :  $T = 1. 10^2 \text{ m}^2/\text{s}$  et  $T = 2,9. 10^2 \text{ m}^2/\text{s}$ .

L'aquifère des calcaires oxfordiens se développe au Nord de la feuille Livarot où il devient plus nettement affleurant.

### **Aquifère captif du Dogger**

L'aquifère du Dogger est constitué par les différentes assises calcaires du Bathonien. Il est de type captif, fissuré, à porosité de fracture. Il est en principe partiellement alimenté par sa partie libre correspondant à la plaine de Caen ; cependant, un flux inverse se manifeste à la limite occidentale de la carte où l'aquifère devient captif, car la charge hydraulique est plus grande dans la partie captive que dans la partie libre. Il existe donc probablement une alimentation lente qui se réalise au travers des formations argilo-marneuses, pourtant épaisses, du Callovien et de l'Oxfordien. Il serait alors plus exact de parler d'aquifère semi-captif, bien que l'appellation plus simple d'aquifère captif reste le plus souvent employée.

C'est à l'Est de la feuille Mézidon, à proximité de la limite occidentale de la carte Livarot, que les calcaires du Bathonien disparaissent sous les argiles du Callovien. et s'enfoncent vers le Nord-Est.

### **Ressources en eau et utilisations**

La nappe de la craie du Cénomaniens s'étend largement hors des limites de la feuille Livarot, vers le Nord, le Sud et l'Est ; elle est abondamment sollicitée, tant par forages que par captages des nombreuses sources déjà signalées. L'aquifère des calcaires oxfordiens est principalement exploité au Sud de Lisieux. L'aquifère captif du Bathonien n'occupe que la partie ouest de la feuille, et est très modestement sollicité.

## Aquifère de la craie du Cénomanien

**Utilisation pour l'alimentation en eau potable (AEP).** Parmi les nombreuses sources signalées au flanc des vallées, bon nombre d'entre elles sont captées pour l'Alimentation en Eau Potable (AEP), en particulier dans la région de Sainte-Foy-de-Montgommery, au Sud-Est de Livarot, et au Nord-Est de Lécaude pour le bassin de la Vie, mais aussi à Notre-Dame-de-Courson, les Moutiers-Hubert, Saint-Germain-de-Livet pour la vallée de la Touques. Les principales sources captées correspondent aux ouvrages suivants : 147/3X/079, 147/4X/021, 147/4X/041, 147/4X/052, 147/6X/026, 147/7X/026.

L'aquifère de la craie du Cénomanien est également capté par forages. Parmi les principaux, citons les ouvrages suivants : 147/3X/088 (Auquainville = 15 à 20 m<sup>3</sup>/h) ; 147/6X/001 (Montviette = 12 m<sup>3</sup>/h en exploitation) ; 147/8X/001 (Meulles = 15 m<sup>3</sup>/h en exploitation).

**Utilisation industrielle.** Les ouvrages, captant l'aquifère du Cénomanien à des fins d'utilisation industrielle, sont relativement peu nombreux ; citons :

- le forage 147/3X/108, de l'usine Technifil-Beretta à Saint-Germain-de-Livet, dont la consommation s'est élevée à 140 000 m<sup>3</sup> en 1981 ;
- la source indicée 147/6X/021 et captée pour la fromagerie Bisson à Livarot, fournissant 1,8 m<sup>3</sup>/h.

**Utilisation agricole.** En matière d'utilisation agricole, les ouvrages puisant dans la nappe du Cénomanien sont pratiquement tous des captages de sources. Parmi les plus forts débits mesurés ou estimés, citons :

- 147/4X/029, source captée à Glos, fournissant 50 m<sup>3</sup>/h ;
- 147/8X/026, source captée à La Cressonnière, présentant un débit de 50 à 70 m<sup>3</sup>/h ;
- 147/8X/28, source captée également à La Cressonnière (ferme du désert), fournissant 50 m<sup>3</sup>/h .

## Aquifère calcaire de l'Oxfordien moyen

**Utilisation pour l'alimentation en eau potable (AEP).** L'aquifère des calcaires de l'Oxfordien est accessible au Sud de Lisieux, en limite nord de la feuille Livarot. Citons quelques-uns de ces forages :

- les forages 147/3X/003 - 004 - 111, à Lisieux (les Quatre Carreaux) fournissent des débits de 20 à 35 m<sup>3</sup>/h ;
- l'ouvrage 147/3X/102 à Saint-Désir a produit jusqu'à 100 m<sup>3</sup>/h en essais ;
- les forages 147/3X/012 - 013 - 113, à Lisieux (Quatre Sonnettes), sont exploités à 45-50 m<sup>3</sup>/h.

**Utilisation industrielle.** C'est sur les territoires des communes de Beuvillers et de Saint-Désir que la nappe de l'Oxfordien est la plus souvent sollicitée pour des utilisations industrielles :

- le forage 147/3X/015 a été soumis en essais à des débits de 40 à 220 m<sup>3</sup>/h ;
- les deux forages de la fromagerie Paul Renard à Saint-Désir, indicés 147/3X/069 et 109, produisent respectivement 50 et 27 m<sup>3</sup>/h.

**Utilisation agricole.** La nappe des calcaires de l'Oxfordien n'est pas sollicitée pour des utilisations agricoles ; il n'y a aucun ouvrage remarquable à citer dans ce domaine.

### **Aquifère captif du Bathonien**

**Utilisation pour l'alimentation en eau potable (AEP).** L'ouvrage 147/1X/001, situé à Notre-Dame-de-Livoye, est utilisé par un particulier pour une production d'eau domestique se substituant à la distribution du réseau AEP ; le forage traverse 53 m de marnes et argiles du Callovien et capte l'aquifère bathonien jusqu'à 155 m de profondeur ; l'ouvrage artésien présente plus de 29 m de remontée du niveau dynamique mais, le débit reste faible (de l'ordre de 2,5 m<sup>3</sup>/h).

Le forage 147/1X/023, situé au Mesnil-Mauger, assure l'eau domestique pour un groupe d'habitations HLM ; les prélèvements étaient de l'ordre de 2 000 m<sup>3</sup>/an en 1974.

Le forage 147/5X/047, à Mittois, exécuté pour une recherche d'eau individuelle par un particulier, n'a pas donné de résultats et a été remblayé. Il n'a d'ailleurs pas rencontré de calcaires bathoniens, le Callovien reposant directement sur l'Ordovicien.

**Utilisation industrielle.** La seule utilisation de l'aquifère bathonien captif répertoriée à des fins industrielles est représentée par les deux forages de la cidrerie Duriez au Mesnil-Mauger dont les données sont incomplètes et la coupe géologique discutable (voir § « Terrains non affleurants »).

**Utilisation agricole.** Pour cet aquifère, il n'y a pas d'utilisation agricole répertoriée.

### **Vulnérabilité, qualité des eaux**

Le suivi de la qualité des eaux extraites et distribuées pour l'alimentation publique est effectué par les services de la DDASS. Les concentrations en nitrates et pesticides données ci-après sont issues des analyses faites en

1994 et 1995. Il s'agit des teneurs moyennes établies sur plusieurs analyses, à la sortie des forages ou des sources.

### **Aquifère de la craie du Cénomanién**

Tous les ouvrages AEP contrôlés, sources captées ou forages, présentent des teneurs moyennes en nitrates inférieures ou égales à 25 mg/l ; les points de contrôle sont au nombre d'une vingtaine environ. Une seule exception se présente en limite nord-ouest de la coupure avec une teneur moyenne comprise entre 25 et 40 mg/l. En fait, à l'exception de ce point légèrement plus contaminé, les teneurs maximales en nitrates rencontrées au cours de ces deux années 1994 et 1995 ne dépassent pas non plus 25 mg/l.

Deux ouvrages AEP situés sur les communes de Courtonne-la-Meurdrac et de Lisieux révèlent, pour ces mêmes années 1994 et 1995, des teneurs maximales en atrazine comprises entre 0,2 et 0,5 µg/l, la limite de qualité étant fixée à 0,1 µg/l.

### **Aquifère des calcaires de l'Oxfordien supérieur**

Les ouvrages, qui captent l'aquifère de l'Oxfordien moyen au Sud de Lisieux sur le territoire des communes de Lisieux, Saint-Désir et Beuvillers, présentent également des teneurs moyennes en nitrates inférieures ou égales à 25 mg/l.

### **Aquifère captif des calcaires du Bathonien**

Trois forages, destinés à un usage domestique et privé de l'eau, captent l'aquifère bathonien captif sous les argiles du Callovien ; il s'agit des ouvrages 147/1X/001, 147/1X/023 et 147/5X/040. Il n'existe pas, pour ces ouvrages, de mesures récentes concernant les pollutions par les nitrates ou les pesticides.

## *SUBSTANCES UTILES, CARRIÈRES*

Jadis très diversifiée et implantée dans de très nombreuses carrières de dimension artisanale, l'industrie extractive est actuellement très limitée et restreinte à deux sablières. Les exploitations anciennes seront cependant mentionnées, leur connaissance pouvant contribuer à la restauration des constructions anciennes.

### **Pierres dures pour ballast**

Anciennement, les parties les plus dures des calcaires jurassiques et les bancs durcis du Cénomanién ont été utilisés pour l'empierrement des chemins et des cours de fermes. La plupart des carrières de craie cénomaniénne

ont fourni des matériaux de remblai lors de la construction de la voie ferrée du Mesnil-Mauger à Gacé. Dans de petites carrières localisées en bordure des plateaux du Pays d'Auge, des journaliers concassaient à la masse des silex pour empierrer les chemins.

### **Pierres de construction**

Les bancs durs des calcaires jurassiques ont été largement utilisés comme pierre de taille. En pays d'Auge, les superstructures étaient généralement en colombage et torchis, mais parfois construites avec les parties les plus dures de la craie cénomaniennne (« carreau »), employées dans l'appareillage des églises dès le XII<sup>e</sup> siècle. Dans la partie orientale de la carte, les silex, taillés en moellons de petite dimension ou bruts, ont été largement utilisés en association avec la brique.

### **Pierre à chaux**

Souvent assez meubles et d'extraction aisée, les calcaires de l'Oxfordien et la craie glauconieuse du Cénomaniennne ont été exploités dans d'innombrables carrières, jusqu'au milieu de ce siècle. Les plus gros tonnages servaient au marnage des terres. Sous les plateaux à soubassement de Formation résiduelle à silex, on extrayait souvent la craie en carrière souterraine. Celles qui entaillent les versants du pays d'Auge – les boves, souvent aménagées en caves – constituent une des particularités de cette région.

### **Argiles et terres à briques**

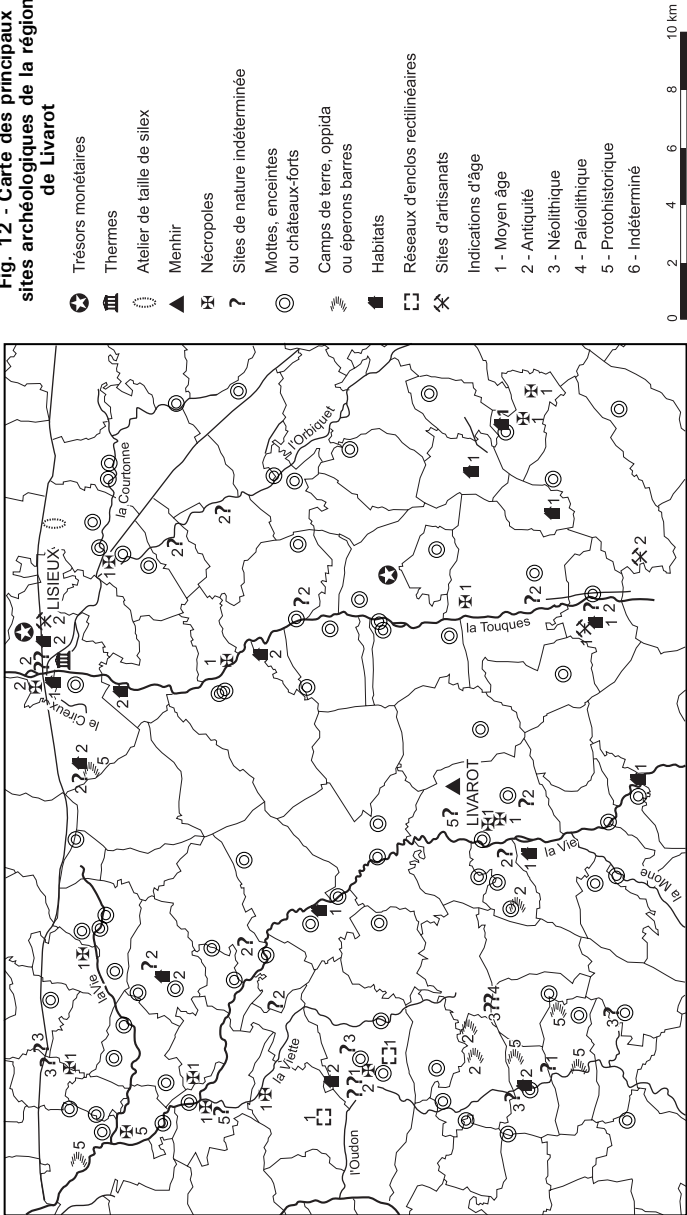
Les argiles du Callovien et de l'Oxfordien, les limons lœssiques des plateaux (LP), les parties les plus pauvres en cailloux de la Formation résiduelle à silex et les formations de versants argilo-limoneuses ont alimenté les tuileries et briqueteries, abandonnées pour la plupart de longue date. Souvent, seuls la toponymie et des déchets de fabrication permettent de les localiser. Assez riches en kaolinite, les masses d'argile les plus grasses de la Formation résiduelle à silex ont été appréciées en poterie. Si la « terre » des « poteries de Lisieux » provenait principalement du Pré-d'Auge et de Manerbe (feuille Lisieux à 1/50 000), on en extrayait au XVIII<sup>e</sup> siècle à La Boissière (Goguel, 1973). Pour la fabrication du torchis, on utilisait généralement le matériau limono-argileux le plus proche.

### **Sables et graviers**

Les alluvions anciennes ne forment pas de gisements suffisamment étendus et épais pour être l'objet d'exploitations rentables. Les Sables de Glos et les sables aptiens sont exploités dans deux carrières (Glos et Cordebugle, le Livet) et l'ont été par le passé dans d'innombrables sablières. Constituée de sables assez grossiers, assez propres, la séquence supérieure des Sables de Glos (chenal de Cordebugle) est la plus appréciée.



**Fig. 12 - Carte des principaux sites archéologiques de la région de Livarot**



## *GÎTES ET INDICES MINÉRAUX*

Aucun indice de minerai métallique n'est connu sur la feuille Livarot. Les concessions de mines de fer (Schistes à Calymènes de l'Ordovicien) les plus orientales du secteur sud de Caen se terminaient sensiblement à la limite ouest de la carte, à l'exception des secteurs de Glatigny (commune de Bretteville-sur-Dives ; concession d'Ouville) et de la Justice (communes de Bretteville-sur-Dives et d'Hiéville ; concession de Saint-Pierre-sur-Dives).

## **DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE**

### *PRÉHISTOIRE ET ARCHÉOLOGIE*

L'inventaire archéologique de la région de Livarot permet de constater la très forte représentation des mottes castrales et autres fortifications médiévales essentiellement disposées le long des vallées de la Vie, de la Touques, de l'Orbiquet, de la Courtonne et de l'Oudon. Une petite concentration de sites de hauteur (camps de terre) présumés d'époque protohistorique ou antique est localisée dans le secteur circonscrit par les rivières de la Vie, de l'Oudon et de la Mone. La superficie de ces sites fortifiés et la bonne conservation des structures défensives (remparts, fossés) facilite l'inventaire de ces gisements qui n'ont que très rarement échappé aux investigations des antiquaires du siècle dernier. Il en résulte une certaine sur-représentation de ce type de site par rapport aux autres, installés aussi bien dans les fonds de vallées que sur les plateaux ; généralement arasés et occultés par le couvert végétal. Force est de constater que la nature herbagère du pays d'Auge ne permet pas de mettre en œuvre les techniques de détection traditionnelles (prospections pédestres ou aériennes) et le chercheur n'a le plus souvent que le recours aux textes anciens pour effectuer tout travail de recensement et d'interprétation. Les nombreuses découvertes fortuites intervenues depuis le XIX<sup>e</sup> siècle apportent un contingent d'informations appréciable malgré l'imprécision chronique des descriptions des structures mises au jour. Le récolement de ces diverses informations permet toutefois d'estimer le très important potentiel archéologique de ce secteur du pays d'Auge (ann. 2).

Dans l'état actuel de la carte archéologique (fig. 12), l'occupation paléolithique n'est représentée que par deux gisements, l'un à Glos, l'autre à Saint-Georges-en-Auge. Les découvertes effectuées sur chacun d'entre eux sont très modestes et se limitent à une poignée de silex taillés. Aucun indice d'occupation mésolithique n'a encore été détecté sur ce secteur.

Les périodes plus récentes de la préhistoire, néolithique et âges des métaux, sont représentées par des stations de surface et des habitats fortifiés de type « éperons barrés ». Pratiquement, tous les sites repérés sont

disposés dans la partie ouest de la carte entre les vallées de l'Oudon et de la Vie. Signalons également la présence d'un menhir dans le bois de Livarot et de l'oppidum de Saint-Désir qui, à l'époque gauloise, constituait sans doute la place forte centrale des *lexovii*.

L'antiquité semble déjà mieux connue dans ce secteur. La carte de répartition fait apparaître une disposition homogène des sites relativement diversifiés dans leurs fonctions (habitats, sites artisanaux, aménagements de voiries ou d'aqueducs, nécropoles, etc.). Les découvertes fortuites et les travaux de recherche menés par les prospecteurs ont permis d'étoffer l'inventaire des sites antiques trop longtemps limité aux seules investigations menées sur Lisieux, ancien chef-lieu de la *civitate* des *lexovii*.

L'époque médiévale est représentée notamment par l'édification de mottes castrales et autres enceintes fortifiées qui préfigurent le système de château-fort. On en recense en effet plus d'une cinquantaine, dont nombre d'entre elles sont localisées le long des principaux cours d'eau et sont encore visibles de nos jours. Des manoirs leur sont souvent associés, tandis que se développent les villages autour de leurs églises paroissiales. Lisieux, siège d'évêché, connaît à cette période un développement important.

### *SITES CLASSÉS, SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES*

L'itinéraire 9a du « Guide géologique Normandie » (Doré et *al.*, 1987) recoupe la feuille Livarot. L'ensemble de loupes de glissement le plus remarquable est situé sur le versant nord du ruisseau de la Chaplinière, au Nord de Tortisambert.

### *BIBLIOGRAPHIE*

- ALCAYDÉ G., JUIGNET P., MONCIARDINI C. (1980) - Crétacé supérieur. *In* Mégnien C. coord. : « Synthèse géologique du Bassin de Paris ». Mém. BRGM, 101, p. 289-325.
- ALMERAS Y., BOUILLER A., LAURIN B. (1990) - Les zones des brachiopodes du Jurassique en France. *Ann. sci. univ. Besançon*, n° 10, p. 3-30.
- AMBONGUILLAT A. (1964) - Géologie de la région de Cambremer. D.E.S. Univ. Caen, 79 p, 1 pl. et 1 carte h.t.
- AUTRAN A., BRETON J.-P., CHANTRAINE J., CHIRON J.-C., CABY R., COLBEAUX J.-P., GIGOT P., HACCARD D., ROGER P., LAVILLE P., LE POCHAT G., LESCOPI J.-P., MEGNIEN F., MENILLET F., OGIER M. (1980) - Carte tectonique de la France à 1/1 000 000, BRGM Orléans.

- BERTRAND J.-R. (1967) - Le Pays d'Auge méridional, formations superficielles et morphologie. Mém. D.E.S géographie, univ. Caen, 253 p.
- BIGOT A. (1895) - Gault à Saint-Martin-de-la-Lieue. *Bull. Soc. linn. Norm.*, 4, IX, p. LXXII.
- BIGOT A. (1916) - Falaise, carte géologique détaillée de la France à 1/80 000, coupure n° 45.
- BIGOT A. (1934) - Notes géologiques sur les environs de Lisieux. *Bull. Soc. linn. Norm.* (8), 6, p. 5-24.
- BIGOT A. (1944) - Bernay, carte géologique détaillée de la France à 1/80 000, coupure n° 46.
- BIGOT A., BRASIL L. (1904) - Description de la faune des sables jurassiques supérieurs du Calvados. Première partie : Vertébrés, Céphalopodes, Gastropodes. *Bull. Soc. linn. Norm.*, (5), VIII, p. 87-108.
- BIZET P. (1883) - Notice : l'appui du profil géologique du chemin de fer de Mamers à Mortagne. *Bull. Soc. géol. Normandie*, VIII, p. 40-70, coupe (année 1881).
- BIZET P. (1885) - Aperçu général sur les terrains sédimentaires représentés dans l'Est du pays d'Auge. *Bull. Soc. linn. Norm.*, sér. 3, vol. 9, 1884-1885. Caen, p. 210-241.
- BUFFETAUT E., BULOW M., GHEERBRANT E., JAEGER J.-J., MARTIN M., MILSENT C., RIOULT M. (1985) - Zonation biostratigraphique et nouveaux restes de vertébrés dans les Sables de Glos (Oxfordien supérieur, Normandie). *C.R. Acad. Sci.*, Paris, 300, II, 18, p. 929-932.
- CAUMONT A. (de) (1825) - Carte géologique du département du Calvados à 1/200 000.
- CHAVAN A. (1952) - Les pélicypodes des sables astartiens de Cordebugle (Calvados). Mém. Suisses Paléont., 69, p. 1-132.
- COQUEL R., LOBOZIAK S., LEMOIGNE Y. (1970) - Confirmation de l'âge Westphalien du houiller de Le Plessis (Manche). *Ann. Soc. géol. Nord*, XC, I, p. 15-21.
- DANGEARD L. (1935) - Sur les roches oolitiques situées à la base des Sables de Glos. *Bull. Soc. linn. Norm.*, sér. 8, t. 7, p. 39-42.
- DANGEARD L. (1936) - Présence de microgranite sous les terrains secondaires à Livarot (Calvados). *Bull. Soc. linn. Norm.*, sér. 8, t. 8, p. 9-10.
- DANGEARD L. (1951) - La Normandie. Géologie régionale de la France. Hermann et Cie éd., Paris, 241 p.
- DEBGLIA N. (1980) - Socle, écorché antétriasique. In DEBRAND-PASSARD S. coord. (1980) : Synthèse géologique du bassin de Paris, t. II, Atlas, Mém. BRGM n° 102, pl. S1.
- DEROIN J.-P. (1999) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Mézidon (146). Orléans : BRGM. Notice explicative par Deroin J.-P. et al. (1999).

- DEWOLF Y. (1982) - Le contact Île-de-France – Basse-Normandie ; évolution géodynamique. Thèse État Géographie, Imp. Bière, Bordeaux, 253 p.
- DISSLER E., DORÉ F., DUPRET L., GRESSELIN F., LE GALL J. (1986) - Le socle cadomo-varisque du Nord-Est du Massif armoricain : évolution géodynamique. Réunion R.C.P. 706, Paris, 13 octobre 1986, 1 p.
- DORÉ F., JUIGNET P., LARSONNEUR C., PAREYN C., RIOULT M., BIGNOT G., HOMMERIL P., LAUTRIDOU J.-P., POMEROL C., WYNS R. (1977) - Normandie. Guide géologique, 206 p. Paris, Masson éd.
- DORÉ F., JUIGNET P., LARSONNEUR C., PAREYN C., RIOULT M. (1987) - Normandie-Maine. Guide géologique, 2<sup>e</sup> édit., 207 p.
- DUBOIS P. (1953) - La côte limite du pays d'Auge. Mém. D.E.S géographie, univ. Caen, 78 p.
- DUFRENOY P.-A., ELIE DE BEAUMONT L. (1842) - Carte géologique de la France à 1/500 000, Ministère des Travaux publics.
- DUGUÉ O. (1987) - La bordure occidentale du bassin anglo-parisien au Callovo-Oxfordien (Jurassique) : contrôle morpho-tectonique des changements sédimentaires. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 305, sér. II, p. 981-985.
- DUGUÉ O. (1989) - Géodynamique d'une bordure de massif ancien. La bordure occidentale du bassin anglo-parisien au Callovo-Oxfordien. Pulsations épirogéniques et cycles eustatiques. Thèse Univ. Caen, 593 p.
- DUGUÉ O. (1990) - Transits argileux à l'Ouest du bassin anglo-parisien au Callovo-Oxfordien : discrimination des apports externes et armoricains. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, 311, 2, 8, p. 159-165.
- DUGUÉ O. (1991) - Comportement d'une bordure de massifs anciens et cortèges de minéraux argileux : l'exemple de la bordure occidentale du bassin anglo-parisien. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeocol.*, 81, p. 323-346.
- DUGUÉ O. (1997) - Le Jurassique supérieur autour de Lisieux. *Bull. trim. Soc. géol. Normandie et Amis Muséum du Havre*, t. 84, fasc. 2, p. 15-41.
- DUGUÉ O., RIOULT M. (1989a) - Les transitions terrigènes – carbonates au Callovo-Oxfordien sur la bordure occidentale du Bassin anglo-parisien : contrôle morpho-tectonique, interprétation géodynamique. *Mém. Assoc. Sédiment. fr.*, 4, p. 83-87.
- DUGUÉ O., RIOULT M. (1989b) - Contrôle épirogénique et eustatique des séquences sédimentaires callovo-oxfordiennes sur la bordure de massifs paléozoïques à l'Ouest du Bassin anglo-parisien. 2<sup>e</sup> Congrès français de Sédimentologie, Paris, p. 113-114.

- DUPRET L., DISSLER E., DORÉ F., GRESSELIN F., LE GALL J. (1990) - Cadomian geodynamic evolution of the Northeastern Armorican Massif (Normandy and Maine). In « D'LEMOMS R.S., STRACHAN R.A., TOPLEY C.G. coord. » : The cadomian orogeny. Spec. Pub. Geol. Soc. London, 51, p. 115-131.
- ELHAI H. (1963) - La Normandie occidentale entre la Seine et le golfe normand-breton. Étude morphologique. Thèse Doct. État géographie, Bière édit., Bordeaux, 624 p.
- EL KADI M. (1981) - Étude sédimentologique et diagénétique d'un réservoir gréseux en milieu carbonaté. La Formation des Sables de Glos du Jurassique supérieur du bassin de Paris. Thèse Doct. État, univ. Paris VI, 343 p.
- FERAY G. (1959) - Étude du Jurassique supérieur de la région de l'axe du Merlerault (Orne) et comparaison avec d'autres régions. D.E.S. univ. Caen avec une carte à 1/25 000 inédite et *Bull. Soc. linn. Norm.*, sér. 9, vol. 10, p. 76.
- FILY G., RIOULT M. (1980a) - Jurassique supérieur, 3.2. Normandie et Maine. In Megnien C., coord. (1980) : « Synthèse géologique du Bassin de Paris », Mém. BRGM n° 101, p. 102-106.
- FILY G., RIOULT M. (1980b) - Normandie et Maine. In Thierry J. (coord.), chap. Jurassique moyen, Synthèse géologique du Bassin de Paris, Mém. BRGM n° 101, p. 145-150.
- GARCIA J.-P., LAURIN B., SAMBET G. (1996) - Les associations de brachiopodes du Jurassique moyen du bassin de Paris : une échelle biochronologique ponctuée de niveaux repères pour la contrainte des corrélations séquentielles à haute résolution. *Bull. Soc. géol. Fr.*, t. 167, n° 3, p. 435-451.
- GOGUEL F. (1973) - Les potiers et tuiliers de Manerbe et du Pré d'Auge. Mém. Maîtrise univ. Caen et Ann. Normandie (1975), p. 99-103.
- GOUBERT E. (1861) - Note sur le gisement de Glos (Calvados). *J. Conchyliologie*, Paris, (3), IX, p. 187-192.
- GROULT J. (1962) - Sables séquaniens et sables albiens des environs de Lisieux (Calvados). *Mém. Soc. nat. Sci. nat. et mat.*, Cherbourg, (5), IX, 1956-1960, p. 69-152.
- GUYERDET A. (1880) - Carte géologique de la France à 1/80 000. Bernay, coupure n° 46.
- GUYERDET A. (1885) - Coupe géologique des carrières du four à chaux de Vimoutiers (Orne), *Bull. Soc. linn. Norm.*, Caen, sér. 3, vol. 9, p. 196-203.
- HAVLICEK P., LEBRET P., LECOINTE A., MÉNILLET F., RIOULT M., CLET M. (1991) - Travertins actifs et fossiles dans le Sud du pays d'Auge (Basse Normandie). *Géologie de la France*, n° 1, p. 23-42.

- HELLUIN M., LAUTRIDOU J.-P., OZOUF J.C. (1977) - Lœess et fentes de gel de la briqueterie de Glos près de Lisieux (Calvados). *Bull. Soc. linn. Norm.*, Caen, 105, (1975-1976), p. 45-56.
- HOUARI A. (1994) - Le modelé marno-calcaire du bassin de la Dives à partir de la région clé de Livarot. Thèse de Géomorphologie, 252 p., Univ. Caen.
- JUIGNET P. (1965) - Analyse minéralogique des sédiments arénacés de l'Oxfordien supérieur, de l'Albien et d'une formation intermédiaire dans la région de Lisieux (Calvados). *Bull. Soc. géol. Fr.*, Paris, (7), VII, p. 327-333.
- JUIGNET P. (1974) - La transgression crétacée sur la bordure orientale du Massif armoricain. Aptien, Albien, Cénomaniens de Normandie et du Maine. Le stratotype du Cénomaniens. Thèse univ. Caen, t. 1 (texte : 806 p.), t. 2 (figures et planches : 174 fig., 28 pl.).
- JUIGNET P. (1976) - Journées d'étude de l'A.G.B.P. dans le Calvados. *Bull. Inf. Géol. bassin de Paris*, 13, 3, p. 22-27.
- JUIGNET P. (1980) - Conditions de dépôt et diagenèse de la craie. In Mégnien C. (1980) : Synthèse géologique du Bassin de Paris, Mém. BRGM n° 101, p. 314-317.
- JUIGNET P., HUNZIKER J.C., ODIN J.-S. (1975) - Datation numérique du passage Albien – Cénomaniens en Normandie. Étude préliminaire à l'argon. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 280, p. 379-382.
- JUIGNET P., KENNEDY W.J., LEBERT A. (1978) - Le Cénomaniens du Maine : formations sédimentaires et faunes d'ammonites du stratotype. *Géologie Méditerranéenne*, t. V, n° 1, p. 87-100.
- JUIGNET P., BRETON G. (1992) - Mid-Cretaceous sequence stratigraphy and sedimentary cyclicity in the western Paris basin. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 91, 3/4, p. 197-218.
- KAENEL E. (de), BERGEN J.A., SALIS PERCH-NIELSEN K. (1996) - Jurassic calcareous nannofossil biostratigraphy of western Europe. Compilation of recent studies and calibration of bioevents. *Bull. Soc. géol. Fr.*, t. 167, n° 1, p. 15-28.
- KLEIN C. (1974) - Massif armoricain et Bassin parisien. Contribution à l'étude géologique et géomorphologique d'un massif ancien et ses enveloppes sédimentaires. t. 1, 343 p., t. 2, 882 p., t. 3, X pl., Srasbourg.
- KUNTZ G., MONCIARDINI C., VERRON G., FAVROT J.-C., BOUZIGUES R. (1984) - Carte géologique de la France à 1/50 000, coupure n° 148, Bernay, BRGM Orléans.
- KUNTZ G., LA QUÉRIÈRE (DE) P., MONCIARDINI C., VERRON G. (1985) - Notice explicative de la feuille Bernay à 1/50 000, BRGM Orléans.

- LAIGNEL B. (1997) - Les altérites à silex de l'Ouest du bassin de Paris. Caractérisation lithologique, genèse et utilisation potentielle comme granulats. *Document du BRGM n° 264*, 219 p.
- LAUTRIDOU J.-P. (1985) - Le cycle périglaciaire pléistocène en Europe du Nord-Ouest et plus particulièrement en Normandie. Thèse Doct. Lettres univ. Caen, 2 t., 908 p., (Publication du Centre de géomorphologie, CNRS, Caen).
- LEBRET P., CAMPY M., COUTARD J.-P., FOURNIGUET J., ISAMBERT M., LAUTRIDOU J.P., LAVILLE P., MACAIRE J.J., MÉNILLET F., MEYER R. (1993) - Cartographie des formations superficielles, réactualisation des principes de représentation à 1/50 000. *Bull. Géol. Fr.*, n° 4, édit. B.R.G.M, p. 39-54.
- LECŒUR M. (1885) - Description de l'argile à silex du Boscrenoul pour servir à l'étude de l'argile à silex. *Bull. Soc. linn. Norm.*, Caen, sér. 3, vol. 9, p. 245-251.
- LECORNU L. (1892) - Carte géologique de la France à 1/80 000. Falaise, coupure n° 45, 1<sup>ère</sup> édition.
- LE MEUR D. (1966) - Le bassin de la Vie, étude d'hydrologique continentale. Mém. D.E.S. géographie, univ. Caen, 75 p.
- LEMOIGNE Y. (1968) - La paléoflore du Houiller de Le Plessis (Manche). *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), X, p. 696-701.
- LEPORTOIS R. (1976) - Le bassin versant de la Dives, conditions d'écoulement en relation avec les formations superficielles. Thèse III<sup>e</sup> cycle géographie, univ. Caen, 322 p.
- MAGNEZ-JANIN F. (1979) - Les foraminifères du stratotype de l'Albien : biozonation, paléoécologie. In « L'Albien de l'Aube » par RAT P. et al. Les stratotypes français, vol. 5, CNRS éd., p. 195-264.
- MÉGNIEU C. (coord) (1980) - Synthèse géologique du bassin de Paris. Vol. 1, Stratigraphie et paléogéographie, Mém. BRGM n° 101, 466 p ; vol. 2, Atlas, Mém. BRGM n° 102 ; vol. 3, Lexique des noms de formations, Mém. BRGM n° 103, 467 p.
- MÉNILLET F., MONCIARDINI C. (1991) - Existence du Sénonien dans le pays d'Auge méridional (Orne). *Géologie de la France*, n° 1, p. 17-21, 2 fig., 1 tabl.
- MÉNILLET F., GONZALEZ G., KUNTZ G., RIOULT M., HAVLICEK P., LEBRET P. (1994) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Vimoutiers (177). Orléans : BRGM. Notice explicative par F. MÉNILLET et al. (1994).
- MÉNILLET F., LEBRET P., BEGUIN P., CHARNET F., HÉRARD B., LEMOINE B., PERRON C. (1998) - Notice explicative. Carte géol. France (1/50 000), feuille L'Aigle (214). Orléans : BRGM, 114 p.



- MÉNILLET F., RIOULT M., HAVLICEK P., LECOINTE A., MONCIARDINI C., PASCAUD P. (1994) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Vimoutiers (177), 91 p., Orléans : BRGM. Carte géologique par F. MÉNILLET et al. (1994).
- MÉNILLET F., GÉRARD J., avec la collab. de HÉRARD B., LANGEVIN C., LEMOINE B., LETURCQ T., PELLERIN J., QUESNEL F. (1997) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Sées (213). Orléans : BRGM, 103 p. Carte géologique par F. MÉNILLET, J. GÉRARD, G. KUNTZ, T. LETURCQ, J. PELLERIN, F. Quesnel (1997).
- MERCEY N. (de) (1880) - Note sur la confusion résultant de l'emploi de la dénomination d'argile à silex appliquée à deux dépôts placés, l'un à la base, l'autre au sommet de la série tertiaire de la France. *Ann. Soc. géol. Nord*, VII, p. 237-245.
- MERCIER J. (1936) - Note sur deux sondages dans le Calvados. *Bull. Soc. linn. Norm.*, Caen, sér. 8, vol. VIII, p. 96-97.
- MORNOD L. (1948) - Recherches sur la géologie, la géotechnique et l'hydrogéologie du sol et du sous-sol des villes de Caen et de Lisieux (Calvados). Fasc. II, ville de Lisieux, 47 p., 3 pl. h.t., Ministère de la reconstruction et de l'urbanisme, Délégation départementale du Calvados.
- ODIN G.-S. (1982) - Numeral dating in Stratigraphy. John Willey éd., Chichester, 2 vol., 1194 p.
- ODIN G.-S., ODIN C. (1990) - Échelle numérique des temps géologiques : mise à jour en 1990. *Géochronique*, 35, p. 19-21, échelle en couverture.
- PAIENDA O. (1987a) - Microfaciès et milieux de sédimentation à l'Oxfordien moyen sur la plate-forme carbonatée armoricaine, autour de l'Éperon du Perche, Orne et Sarthe (bordure occidentale du bassin de Paris). 1<sup>er</sup> Congrès français de sédimentologie, Paris, p. 271-272.
- PAIENDA O. (1987b) - Les dépôts carbonatés oxfordiens de la bordure occidentale du bassin de Paris : lithostratigraphie, microfaciès, paléogéographie. Thèse 3<sup>e</sup> cycle, univ. Rouen, 226 p., 10 pl., 1 carte h. t.
- PAREYN C. (1962) - Carte géologique de la France à 1/80 000 ; Falaise, coupe n° 45 ; 4<sup>e</sup> édit.
- PASTEELS P., DORÉ F. (1982) - Age of the Vire-Carolles granite. In ODIN G.S. (1982) : « Numerical dating in Stratigraphy », p. 784-790.
- PELLERIN J. (1977) - Les nappes alluviales de l'Orne, leurs altérations et leurs relations, avec les dépôts marins sur les côtes du Calvados. *Bull. Soc. géol. Normandie et amis muséum du Havre* (4), LXIV, p. 74-80.
- QUESNEL F. (1997) - Cartographie numérique en géologie de surface. Application aux altérites à silex de l'Ouest du bassin de Paris. Document du BRGM n° 263, 430 p.

- REY J. (1997) - Stratigraphie, terminologie française. Comité français de stratigraphie. *Bull. Centres Rech. Explor. Prod. Elf-Aquitaine* (éd.), Pau, Mém. 19, 164 p.
- RIOULT M. (1968) - Contribution à l'étude du Lias de la bordure occidentale du bassin de Paris. Thèse, Doct. État, univ. Caen, 565 p., 15 pl. (N° CNRS/AO 1798).
- RIOULT M. (1980a) - Lias, 3.6. Maine et Normandie. In MÉGNIEN C. (coord.) (1980) : « Synthèse géologique du Bassin de Paris », Mém. BRGM n° 101, p. 102-106.
- RIOULT M. (1980b) - Jurassique supérieur, 2.6. Maine, Perche, Normandie. In MÉGNIEN C. (coord.) (1980) : « Synthèse géologique du Bassin de Paris », Mém. BRGM n° 101, p. 214-253.
- RIOULT M. (1980c) - Calcaire à astartes, Grouais, Marnes à Pernes, Sables de Glos, Roussier de Gacé, Oolite de Trouville, Argiles de Villers, « Coral rag » de Trouville, Oolite ferrugineuse de Villers, Argiles grises de Villerville. In MÉGNIEN C. (coord.) (1980) : « Synthèse géologique du Bassin de Paris », vol. III, Lexique des noms de formations, Mém. BRGM n° 103, p. 184, 185, 209-212, 230-231, 239-241, 243-248.
- RIOULT M. (1985) - Écueils paléozoïques armoricains dans les mers jurassiques sur la bordure occidentale du Bassin parisien. Sédimentation et peuplements d'écueils. Com. Trav. Hist. et Sci., Poitiers, *Bull. Section des Sciences*, 9, p. 177-183.
- RIOULT M., FILY G. (1975) - Discontinuités de sédimentation et unités lithostratigraphiques dans le Jurassique de Normandie. 9<sup>e</sup> Congrès intern. sédim., Nice, thème 5, p. 353-360.
- RIOULT M., MOURDON R. (1980) - Articles « Marnes d'Escoville », « Marnes d'Argences » et « Marnes à *Belemnopsis latesulcatus* ». In MÉGNIEN C. (coord.) (1980) : « Synthèse géologique du Bassin de Paris », vol. III, Lexique des noms de formations, Mém. BRGM n° 103, p. 134, 101-102 et 107-108.
- RIOULT M., MOURDON R. (1982) - Carrière de la tuilerie du Fresne-d'Argences (Calvados). *Bull. trim. Soc. Géol. Normandie et Amis Muséum du Havre*, t. LXIX, fasc. 3, p. 13-18.
- RIOULT M., DUGUÉ O., JAN DU CHÊNE, PONSOT C., FILY G., MORON J.-M., VAIL R. (1991) - Outcrop sequence stratigraphy of the Anglo-Paris basin, Middle to Upper Jurassic (Normandy, Maine, Dorset). *Bull. Centres Rech. Explor. Prod. Elf-Aquitaine*, 15, 1, p. 101-194.
- RIOULT M., DUGUÉ O., FILY G., JUIGNET P. (1992) - Regards nouveaux sur le Jurassique normand. *Bull. Inf. Géol. Bass. Paris.*, vol. 29, n° 3, p. 7-44.
- ROBARDET M. (1969) - Tectonique de la partie orientale de la Zone bocaine (feuille Falaise). *Bull. BRGM*, sér. 2, sect. I, n° 2, p. 21-44.

- SUZZONI J.-M. (1988) - Tectonique cassante cénozoïque polyphasée sur la marge armoricaine du bassin de Paris (France). *Bull. Soc. géol. Fr.*, 4, 6, p. 995-1002.
- VOGT J., CADIOT B., DELAUNAY J., FAURY G., MASSINON B., MAYER-ROSA D., WEBER C. (1979) - Les tremblements de terre en France. Mém. BRGM n° 96, 220 p., 1 carte h.t.
- VOGT J., WEBER C. (1980) - Carte sismotectonique de la France à 1/1 000 000 et notice. Orléans : BRGM édit.
- ZITTEL K., GOUBERT E. (1861) - Note sur le gisement de Glos, suivie de la description des fossiles du « Coral rag ». *Journal de Conchyologie*, (3), IX, p. 23, p. 187-192, pl. XI et XII ou *Bull. Soc. géol. Fr.*, (2), XVIII, 23 avril 1861.

## AUTEURS

La notice de la carte géologique Livarot a été rédigée par François MÉNILLET, ingénieur géologue au BRGM, avec la collaboration de Azdine HOUARI (doctorant à l'université de Caen) pour les formations superficielles.

Le chapitre « Ressources en eaux » a été écrit par Claude LANGEVIN, ingénieur géologue au BRGM.

Le chapitre « Archéologie » a été rédigé et illustré par B. HÉRARD, archéologue au SRA du Conseil général de Basse-Normandie.

Chantal BOURDILLON, ingénieur géologue au BRGM a effectué les études micropaléontologiques et Danielle FAUCONNIER, ingénieur géologue au BRGM, l'étude des microflores et du microplancton. Les faunes de brachiopodes ont été déterminées par Annick BOUILLIER, maître de conférences à l'université de Franche-Comté. Les indications sur les cavités souterraines ont été fournies par P. BÉGUIN, stagiaire au BRGM en 1992-93.

**Présentation au C.C.G.F. : 26 mars 1998**

**Acceptation de la carte et de la notice : 1<sup>er</sup> septembre 1998**

**Impression de la carte : 1999**

**Impression de la notice : 1999**

**ANNEXES**

## ANNEXE 1

<b>Stratigraphie</b>	<b>Livarot</b>	<b>Vimoutiers</b>	<b>Lisieux</b>
Cénomaniens	c1	c1-2	c2
Albien	n6	n7-c1	
Aptien supérieur	n5		c1
Kimméridgien	absent	absent	j8
	absent	absent	j7b
Oxfordien supérieur	j5 (sables)	j6 (calcaire)	j7a (sables)
Oxfordien moyen	j5L	j5	j6
	j5R	j4R	
Oxfordien inférieur	j4D-5V	j3c-4	j4
Callovien supérieur			Terrains non affleurants
Callovien moyen (partie sup.)	j4Cr	j3bT/j3bG	
Callovien moyen (partie inf.)			
Callovien inférieur	j4	j3a	

**Tableau d'équivalence des notations sur les 1/50 000 Livarot,  
Vimoutiers et Lisieux**

## ANNEXE 2

## Liste des sites archéologiques et indices de sites cartographiés

N° DE SITE	COMMUNE	LIEU-DIT	TYPE DE SITE	ÉPOQUE	FIABILITÉ
1	Auquainville	La Pommeraye	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
2	Auquainville	Près de l'église	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
3	Les Autels-Saint-Bazile	Les Tutières	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
4	Beilou		Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Indice de site
5	Boissey	Le manoir	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
6	La Boissière	Au nord de l'église	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
7	La Brévière	La Prévotière	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
8	Cambremer	Église Saint-Aubin et Abords	Nécropole	Moyen âge	Site certain
9	Cambremer	Anc. comm. de Saint-Pair-du-Mont	Nécropole	Moyen âge	Indice de site
10	Cambremer	Le Nouveau Monde	Découverte d'objets	Néolithique	Indice de site
11	Cambremer	Saint-Pair-du-Mont—Motte de Cantepie	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
12	Castillon-en-Auge	Montchamp	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Indice de site
13	Cernay	Manoir de Cernay	Habitat	Moyen âge	Site certain
14	Cerqueux	La Croix Rouge	Nécropole	Moyen âge	Indice de site
15	Cerqueux	La Lande	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
16	Cerqueux	Manoir de la Lande	Habitat	Moyen âge	Site certain
17	Cerqueux	Église Saint-Pierre	Nécropole	Moyen âge	Site certain
18	Cheffreville-Tonnencourt	Manoir de Tonnencourt	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
19	Cheffreville-Tonnencourt	Manoir de Fervaques	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
20	Cordebugle	La Rosière	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
21	Coupesarte	Manoir de Coupesarte	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
22	Coupesarte	L'Autre Montreuil	Habitat	Moyen âge	Indice de site
23	Courtonne-la-Meurdrac	Le Château	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
24	Courtonne-la-Meurdrac	Le Bourg	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
25	Courtonne-les-Deux-Eglises	La Motte, Saint-Clair, Launay	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
26	Crèvecoeur-en-Auge	Château de Crèvecoeur	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
27	La Croupie		Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
28	Family	Au nord de l'église de Family	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen-âge	Site certain
29	Fervaques	La Maignerie	Trésor monétaire	Antiquité	Site certain
30	Fervaques	Château de Fervaques	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain

### Liste des sites archéologiques et indices de sites cartographiés

N° DE SITE	COMMUNE	LIEU-DIT	TYPE DE SITE	ÉPOQUE	FIABILITÉ
31	Fenvaques	Le Vergier, Maison aux Anglais	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
32	Glos	Briqueteries Nolent, La Grivve	Station de surface	Paléolithique	Indice de site
33	Glos	La Motte	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Indice de site
34	Glos	Colandon	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
35	Glos	La Bergerie, Butte du vieux château	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
36	Glos	Manoir de la Motte	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
37	Glos	Le Bourg	Nécropole	Moyen âge	Site certain
38	Gonneville-sur-Honfleur		Nécropole	Moyen âge	Indice de site
39	Grandchamp-le-Château	La Rocque	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
40	Grandchamp-le-Château	Le Château	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
41	Heurtevent	Herbages de Belleau, hameau de Cierdouet	Habitat	Moyen âge	Indice de site
42	La Houblonnière	La Capellerie, Les Catalets, Cour Luftris	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
43	La Houblonnière	Le Mont Lorier, Le Lozier	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
44	La Houblonnière	Motte du Chastel	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Indice de site
45	La Houblonnière	A 150 m à l'ouest du Chastel	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
46	Lecaude	La Cour Duval	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
47	Lecaude	Près du moulin au Lièvres	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
48	Lecaude	Église, cimetière et abords	Habitat	Antiquité	Site certain
49	Lecaude	Les poteries	Découverte d'objets	Antiquité	Indice de site
50	Lessard-et-le-Chêne	Clos Saint-Pierre-le Chêne	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Indice de site
51	Lessard-et-le-Chêne	Franchissement de la vie par la RD 47	Enclos rectilinéaires	Protohistoire	Site certain
52	Lisieux	La nouvelle gare routière	Habitat	Antiquité	Site certain
53	Lisieux	17 et 19 rue aux Fèvres	Trésor monétaire	Antiquité	Site certain
54	Lisieux	Entre l'avenue Sainte-Thérèse et la rue du Canadada	Site d'artisanat	Antiquité	Site certain
55	Lisieux	Rue Rose harel	Habitat	Antiquité	Site certain
56	Lisieux	Boulevard Sainte-Anne	Habitat	Antiquité	Indice de site
57	Lisieux	Rue Caroline Duchemin	Découverte d'objets	Antiquité	Indice de site
58	Lisieux	Établissement des sœurs de la Providence	Habitat	Antiquité	Site certain
59	Lisieux	École Jean Macé	Thermes	Antiquité	Site certain
60	Lisieux	Place de la République, rue Bordeau Boursin	Découverte d'objets	Antiquité	Indice de site

## Liste des sites archéologiques et indices de sites cartographiés

N° DE SITE	COMMUNE	LIEU-DIT	TYPE DE SITE	ÉPOQUE	FIABILITÉ
61	Lisieux	À l'emplacement de la laiterie Gautier	Habitat	Antiquité	Site certain
62	Lisieux	Les terres noires, pavillon J. Devaux	Site d'artisanat	Antiquité	Site certain
63	Lisieux		Nécropole	Antiquité	Site certain
64	Livarot	Bois de Livarot, La Pierre Tourmante	Menhir	Néolithique	Site certain
65	Livarot	Quartier des Halles	Découverte d'objets	Antiquité	Indice de site
66	Livarot	Le long du ruisseau de Neuville	Découverte d'objets	Antiquité	Indice de site
67	Livarot	Manoir de la Pipardière	Découverte d'objets	Néolithique	Site certain
68	Livarot	Église Saint-Ouen et abords	Nécropole	Moyen âge	Site certain
69	Livarot	Triage des Chalmantières	Découverte d'objets	Protohistoire	Indice de site
70	Livarot	Couture Saint-André, chapelle Saint-André	Nécropole	Moyen âge	Indice de site
71	Livarot	Le Vieux Château, emplacement de la bibliothèque	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
72	Livarot	Manoir d'Oully	Motte castrale, enceinte ou château fort	moyen âge	indice de site
73	Le Mesnil-Bacley	Camp du Val Boutry	Fortification	Antiquité	site certain
74	Le Mesnil-Bacley	Église Saint-Pierre et cimetière	Découverte d'objets	Antiquité	Site certain
75	Le Mesnil-Bacley	Manoir de Montaudin	Motte castrale, enceinte ou château fort	moyen âge	Site certain
76	Le Mesnil-Bacley	Prieuré Notre-Dame du Val Boutry	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
77	Le Mesnil-Durand	Sur la RD 273, près du pont Breton	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Indice de site
78	Le Mesnil-Durand	La cour de Pontallery	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
79	Le Mesnil-Durand	L'Isle, rive droite de la Vie	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
80	Le Mesnil-Guillaume	Dans le cimetière	Découverte d'objets	Antiquité	Site certain
81	Le Mesnil-Mauger	À 400 m au nord de l'église du Mesnil-Mauger	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
82	Le Mesnil-Mauger	Près du carrefour des Forges	Découverte d'objets	Protohistoire	Indice de site
83	Le Mesnil-Mauger	Église Sainte-Marie	Nécropole	Moyen âge	Site certain
84	Le Mesnil-Mauger	Mesnil-Mauger, La Foissierie	Nécropole	Moyen âge	Site certain
85	Le Mesnil-Mauger	Cerqueux	Nécropole	Moyen âge	Site certain
86	Le Mesnil-Mauger	Cerqueux, sur la colline	Nécropole	Indéterminé	Indice de site
87	Le Mesnil-Mauger	Ferme du Doux Marais	Enclos rectilinéaires	Moyen âge	Site certain
88	Le Mesnil-simon	La cour Gaillard	Découverte d'objets	Antiquité	Indice de site
89	Meulles	Fief de Montfort	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Indice de site
90	Mittois	Bois de Guevrue, camp du Catellier	Fortification	Antiquité	Indice de site



### Liste des sites archéologiques et indices de sites cartographiés

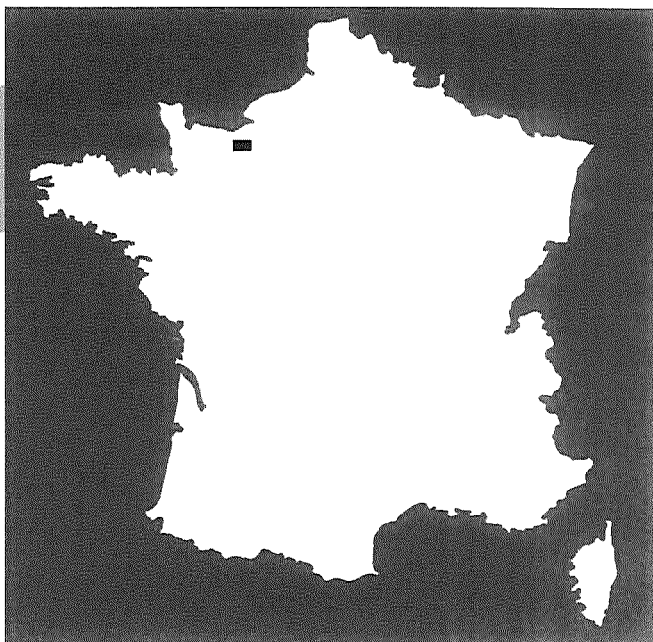
N° DE SITE	COMMUNE	LIEU-DIT	TYPE DE SITE	ÉPOQUE	FIABILITÉ
91	Mirtois	Manoir de Mithois	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
92	Mirtois	Le Coudray	Découverte d'objets	Néolithique	Indice de site
93	Mirtois	Bois de Queuvre	Fortification	Antiquité	Indice de site
94	Montelle	Le Mont de la Vigne	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
95	Les Moutiers-Hubert	Le Val Ratier	Site d'artisanat	Antiquité	Indice de site
96	Les Moutiers-Hubert	Non loin de l'anc. prieuré des Houliettes	Site d'artisanat	Moyen âge	Site certain
97	Les Moutiers-Hubert		Découverte d'objets	Antiquité	Indice de site
98	Les Moutiers-Hubert	Au sud-ouest de l'église	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Indice de site
99	Les Moutiers-Hubert	Prieuré des Houliettes	Habitat	Moyen âge	Site certain
100	Notre-Dame-de-Courson	À 200 m au SW du manoir de Courson	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
101	Notre-Dame-de-Courson	Églises Saint-Pierre et Notre-Dame	Découverte d'objets	Antiquité	Site certain
102	Notre-Dame-de-Livaye	À environ 300 m à l'est de l'église	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
103	Notre-Dame-de-Livaye	La Bigne	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
104	Notre-Dame-d'Estrées	Manoir de l'Épinay	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
105	Notre-Dame-d'Estrées	Brecourt	Fortification	Protohistoire	Site certain
106	Notre-Dame-d'Estrées	La Planche	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
107	Préaux-Saint-Sébastien	La Moinerie, château et abords	Habitat	Moyen âge	Site certain
108	Préville	Les Fortiers, La Hogue, ferme Saint-James	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Indice de site
109	Préville	La Pièce, Les Rouges Terres	Habitat	Antiquité	Site certain
110	Préville	Les Pois	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
111	Préville	Les Pois	Découverte d'objets	Antiquité	Indice de site
112	Saint-Désir	Le Catelier	Fortification	Protohistoire	Site certain
113	Saint-Désir	Route inutile	Découverte d'objets	Antiquité	Indice de site
114	Saint-Désir	Près de la route inutile	habitat	Antiquité	Site certain
115	Saint-Désir	Assemont	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
116	Saint-Désir	Abgaye Note-Dame-du-Pré	Habitat	Moyen âge	Indice de site
117	Sainte-Foy-de-Montgommery		Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
118	Sainte-Foy-de-Montgommery	Le Moulin Fontigny	Habitat	Moyen âge	Site certain
119	Saint-Georges-en-Auge	La Cour du Tailleul	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
120	Saint-Georges-en-Auge	La Crière	Découverte d'objets	Paléolithique	Indice de site

### Liste des sites archéologiques et indices de sites cartographiés

N° DE SITE	COMMUNE	LIEU-DIT	TYPE DE SITE	ÉPOQUE	FIABILITÉ
121	Saint-Georges-en-Auge	La Crière	Découverte d'objets	Néolithique	Indice de site
122	Saint-Germain-de-Livet	Près de l'église, château de Livet	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
123	Saint-Germain-de-Livet	En limite avec le Mesnil-Simon	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Indice de site
124	Saint-Jean-de-Livet	Cimetière de l'église	Nécropole	Moyen âge	Site certain
125	Saint-Julien-de-Mailloc	Château de Mailloc	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
126	Saint-Julien-de-Faucon	Dans un île de la vie	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Indice de site
127	Saint-Julien-de-Faucon	La Tuilerie	Découverte d'objets	Antiquité	Indice de site
128	Saint-Laurent-du-Mont	Chemin de Cantepie	Découverte d'objets	Néolithique	Indice de site
129	Saint-Loup-de-Fribois	Domaine de Saint-Loup	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
130	Saint-Loup-de-Fribois	Petite cour de Genteville, Les Valcours	Nécropole	Protohistoire	Site certain
131	Sainte-Marguerite-des-Loges	Le Rouil	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
132	Saint-martin-de-Bienfaite-La-Cressonnrière	La Cressonnrière, ancien château	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
133	L'Oudon	Écots, près du pont et de l'église	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
134	L'Oudon	Montpincon	Découverte d'objets	Néolithique	Indice de site
135	L'Oudon	Berville, Le Vieux Château	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
136	L'Oudon	Écots, Le Houlbec	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
137	L'Oudon	Saint-martin-de-Fresnay, Bois du château	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
138	L'Oudon	Montpincon	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
139	L'Oudon	Écots, La Cour Blanche	Habitat	Antiquité	Site certain
140	L'Oudon	Écots, Le Haut Ecots, Bois Saint-Rémi	Fortification	Protohistoire	Site certain
141	L'Oudon	Saint-Martin-de-Fresnay	Fortification	Protohistoire	Site certain
142	L'Oudon	Écots, Le Cerciais	Découverte d'objets	Moyen âge	Indice de site
143	L'Oudon	Saint-martin-de-Fresnay, Bois de la Malicorne	Fortification	Protohistoire	Site certain
144	Saint-martin-de-la-Lieue	Saint-Hyppolite du Bout des Prés	Habitat	Antiquité	Site certain
145	Saint-martin-de-Mailloc	Rive gauche de la rivière	Découverte d'objets	Antiquité	Indice de site
146	Saint-Michel-de-Livet	Manoir d'« Carel	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
147	Saint-Pierre-de-Mailloc	Église Saint-Pierre	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
148	Tordouet	Manoir de Tordouet	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
149	Tortisambert	Manoir du Coudray	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
150	Vaudeloges	Réveilion	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain

### Liste des sites archéologiques et indices de sites cartographiés

N° DE SITE	COMMUNE	LIEU-DIT	TYPE DE SITE	ÉPOQUE	FIABILITÉ
151	Vieux-Pont	Eglise Saint-aubin et cimetière	Nécropole	Moyen âge	Site certain
152	Vieux-Pont	La Baronnerie, Bois de Vieux-pont	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
153	Vieux-Pont	La Cour de la Roulière	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
154	Vieux-Pont	La Butte au Baron, Manoir de Viette	Motte castrale, enceinte ou château fort	Moyen âge	Site certain
155	Vieux-Pont	En limite avec Doux-Marais	Découverte d'objets	Antiquité	Indice de site
156	Vieux-Pont	Le Godet, près d'une mare	Habitat	Antiquité	Site certain
157	Vieux-Pont	En contrebas de l'église	Découverte d'objets	Antiquité	Indice de site
158	Vieux-Pont	La Cour Franqueville	Découverte d'objets	Néolithique	Site certain
159	Vieux-Pont	La Quaize	Enclous rectilinéaires	Moyen âge	Site certain
160	Vieux-Pont	Houlbec	Enclous rectilinéaires	Indéterminé	Indice de site



## LIVAROT

La carte géologique à 1/50 000  
LIVAROT est recouverte par les  
coupures suivantes de la Carte  
géologique de la France à 1/80 000 :

- au Nord-Ouest : CAEN (N° 29)
- au Nord-Est : LISIEUX (N° 30)
- au Sud-Ouest : FALAISE (N° 45)
- au Sud-Est : BERNAY (N° 46)

Caen	Lisieux	Brionne
Mézidon	LIVAROT	Bernay
Falaise	Vimoutiers	Rugles

