



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

BUREAU DE  
RECHERCHES  
GÉOLOGIQUES  
ET MINIÈRES

**BERNAY**

**BERNAY**

La carte géologique à 1/50 000  
BERNAY est recouverte par les coupures suivantes  
de la carte géologique de la France à 1/80 000 :  
au nord : LISIEUX (N° 30)  
au sud : BERNAY (N° 46)

Lisieux	Brionne	Elbeuf
Livarot	<b>BERNAY</b>	Beaumont-le-Roger
Vimoutiers	Rugles	Breteuil-s-Iton



MINISTÈRE DU REDÉPLOIEMENT INDUSTRIEL  
ET DU COMMERCE EXTÉRIEUR  
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES  
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL  
Boîte postale 6009 - 45060 Orléans Cedex - France



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

par

**G. KUNTZ**

avec la collaboration de Ph. de LA QUÉRIÈRE,  
Ch. MONCIARDINI, G. VERRON

**1985**

## SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	4
HISTOIRE GÉOLOGIQUE.....	4
DESCRIPTION DES TERRAINS.....	6
<i>TERRAINS NON AFFLEURANTS</i> .....	6
<i>TERRAINS AFFLEURANTS</i> .....	6
<b>Jurassique supérieur</b> .....	6
<b>Crétacé</b> .....	8
<b>Formations superficielles tertiaires et quaternaires</b> .....	10
GÉOLOGIE STRUCTURALE.....	18
PRÉHISTOIRE.....	19
RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS.....	21
<i>HYDROGÉOLOGIE</i> .....	21
<i>SUBSTANCES MINÉRALES</i> .....	22
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE.....	23
<i>SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES</i> .....	23
<i>COUPES RÉSUMÉES DES PRINCIPAUX SONDAGES</i> .....	24
<i>BIBLIOGRAPHIE</i> .....	26
<i>DOCUMENTATION DU B.R.G.M.</i> .....	28
<i>DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES</i> .....	28
AUTEURS.....	28

## INTRODUCTION

La majeure partie du territoire étudié appartient au département de l'Eure, tandis que celui du Calvados débute dans la partie occidentale de la feuille ; une petite enclave près de l'angle sud-ouest de celle-ci appartient au département de l'Orne.

La feuille étudiée est également à la frontière de plusieurs régions naturelles, avec, au Sud, le Pays d'Ouche et, au Nord, le début du plateau du Lieuvin ; les vallées de Courtonne et de Cordebugle qui s'ouvrent vers le Nord-Ouest appartiennent au Pays d'Auge.

Le substratum sableux d'âge jurassique supérieur à crétacé inférieur apparaît dans ces vallées du Pays d'Auge, tandis que les terrains crayeux d'âge crétacé supérieur sont partiellement observables sur les versants de vallées ; dans celle de la Charentonne, la craie n'est bien visible que de Bernay à Serquigny.

Les plateaux sont recouverts d'un manteau continu de formation résiduelle à silex où l'on note quelques vestiges d'âge tertiaire : blocs de grès, sables, etc. Les limons quaternaires, d'origine éolienne, recouvrent la formation résiduelle à silex sur certains plateaux et se sont déposés localement sur les versants protégés des vents dominants ; bien représentés sur le plateau du Lieuvin, ils sont réduits dans le Pays d'Ouche.

Des placages d'alluvions anciennes existent localement sur les versants des vallées principales et parfois aussi des vallons secs (Saint-Aubin-des-Hayes) ou même à la surface du plateau, en aval de Broglie.

Une faille déjà connue à Courtonne-les-Deux-Églises (carte Bernay à 1/80 000) a été précisée près de ce village, avec une orientation W.NW—E.SE. Plusieurs failles à direction N.NW—S.SE ont été reconnues à Bernay, à l'Est de cette ville et au Sud de Broglie.

Des failles possibles sont également tracées sur une figure jointe à la notice. Ces tracés correspondent à des alignements remarquables d'entonnoirs d'absorption, d'effondrements, de poches de sables tertiaires ou de sources, avec une direction N.NW—S.SE ou parfois NE—SW, etc. Des circulations d'eau souterraine, fossiles ou actuelles, sont probablement responsables de ces phénomènes, l'eau circulant préférentiellement dans les fractures ou les diaclases de la craie. L'un de ces alignements, très net au Nord-Est de Broglie, a été noté comme faille probable avec une direction W.NW—E.SE ; il est dans le prolongement d'une faille connue à la Bonneville-sur-Iton (feuille Beaumont-le-Roger à 1/50 000).

## HISTOIRE GÉOLOGIQUE

Aucun forage profond n'existe sur le territoire de cette feuille dont l'histoire géologique n'est connue que depuis le Jurassique supérieur.

Au cours de l'Oxfordien supérieur, les Sables de Glos, appartenant à une formation estuarienne, se sont déposés au Nord de l'éperon du Perche, entre le Massif armoricain et les failles de la vallée de la Seine. Ces sables, très fossilifères plus à l'Ouest, affleurent dans le secteur nord-ouest de la région étudiée. Ici, ils sont directement recouverts par les terrains crétacés transgressifs, tandis que les terrains jurassiques plus récents ont parfois été reconnus en forage sous le Crétacé, plus à l'Est. Les Argiles grises de Villerville (Oxfordien supérieur),

fossilifères et déposées en milieu marin littoral, ont été ainsi traversées à Cordebugle.

A Thiberville, des sables argileux gris foncé pourraient appartenir au Kimméridgien et se sont déposés en milieu marin.

Après l'émersion de la fin du Jurassique, les premiers dépôts du Crétacé inférieur sont marins et d'âge aptien supérieur ; ce sont les sables ferrugineux, avec un niveau argileux riche en pollens à leur sommet. Ces faciès existent dans le Nord-Ouest de la région étudiée, mais leur extension vers l'Est et le Sud est mal connue. Une argile reconnue seulement en forage, d'une part au Nord de la feuille (Thiberville) et d'autre part au Sud (la Trinité-de-Réville) appartiendrait à un niveau marin d'âge albien (argile du Gault). Le niveau de la Glauconie, d'âge albo-cénomaniens, marque le début d'une nouvelle transgression marine sur le Massif armoricain. La sédimentation crayeuse s'installe ensuite dans ce domaine marin et persiste jusque vers la fin du Crétacé ; une vaste émersion se produit à cette époque.

Au cours du Tertiaire, la dissolution des carbonates du sommet des terrains crétacés entraîne une accumulation superficielle de silex provenant de la craie dissoute. A l'Yprésien inférieur (Sparnacien), une forte pédogenèse en climat chaud et humide détruit une partie de ces silex et élabore de l'argile kaolinique ; on trouve cette argile dans la matrice de la formation résiduelle à silex.

C'est sans doute au cours de l'Yprésien supérieur qu'un chenal Est-Ouest, large de plusieurs kilomètres, s'installe dans le Sud de la région étudiée, ainsi que sur le territoire des feuilles Beaumont-le-Roger et Breteuil-sur-Iton, etc.

Des sables peu épais se déposent ici dans un sillon d'origine probablement tectonique. Ces dépôts sableux émergent peu après leur dépôt et s'infiltrèrent alors dans les cailloutis de silex ou de galets sous-jacents. Ces sables sont ensuite grésifiés après une forte pédogenèse qui libère de la silice ; celle-ci migre vers la partie inférieure du dépôt sableux et s'accumule à la partie supérieure des silex ou des galets rencontrés (phénomène caractéristique des « coiffes »).

Dans le Nord-Est de la région étudiée, un forage, près de Nassandres, a traversé des niveaux argileux, puis des sables avec lits de silex remaniés. Ces dépôts non datés, d'âge bartonien (*s.l.*) possible, se sont sédimentés dans un contexte paléogéographique qui reste méconnu dans cette région.

La mer envahit une dernière fois la région au Stampien, en déposant des sables fins qui ne subsistent plus qu'en affleurements isolés, dans des poches karstiques. A la fin du Stampien, la région émerge définitivement. Une pédogenèse de la fin du Tertiaire ou du Quaternaire est responsable des concentrations de minerai de fer exploitées autrefois dans le Pays d'Ouche et dans les forêts à l'Est de Bernay. Le minerai était associé à des poches de sables stampiens, très souvent vidées de leur contenu lors des travaux de recherche de fer, ainsi qu'à la formation à silex.

Les premiers cours d'eau n'entament la surface du plateau qu'au cours du Quaternaire probablement, en s'enfonçant progressivement. Des cailloutis alluviaux de la Charentonne sont étalés à la surface du plateau, en aval de Broglie ; cet épandage local est lié vraisemblablement à des rejeux tectoniques récents. Lors des périodes froides du Quaternaire, des limons éoliens se déposent à plusieurs reprises sur le plateau et les versants protégés des vents dominants. Ces limons altérés et souvent remaniés au cours des phases tempérées interglaciaires sont généralement argileux et chargés en fragments de silex. Les limons de la dernière période froide, le Weichsélien, altérés à leur sommet à l'Holocène, sont moins argileux que les limons anciens.

## DESCRIPTION DES TERRAINS

### TERRAINS NON AFFLEURANTS

#### Jurassique supérieur

**Oxfordien supérieur. Argiles grises de Villerville.** Sous les sables aptiens, le forage 1-1002 à Cordebugle a montré la présence d'un petit banc calcaire, puis de 5,1 m d'argile silteuse bioturbée recouvrant 0,7 m d'argile silteuse riche en Lamellibranches (coupe relevée par P. Juignet).

**Kimméridgien.** Il a probablement été pénétré sur 11 m au forage 2-1, à Thiber-ville en 1954, avec un faciès de sable argileux gris foncé que P. Juignet (1974) attribue à cet étage. Un échantillon prélevé dans les deux mètres supérieurs a fourni à P. Marie une microfaune pauvre du Jurassique indéterminé avec *Lagena* et *Lenticulina variabilis* Borneman.

#### Crétacé inférieur

**Albien.** Au forage 2-1, à Thiber-ville, 8 m d'argile noir verdâtre, sablo-graveleuse et glauconieuse à la base, avec rares débris de bois lignitiés, appartiendraient au Gault, d'après l'étude de microfaune faite en 1955 par P. Marie ; cet auteur signale ici en particulier la présence d'*Hagenowella* (actuellement *Hagenowina*). Sous cette argile, 18 m de sables un peu glauconieux restent mal datés : Albien ou Aptien.

Dans le forage 6-31, réalisé en 1913 à la Trinité-de-Réville et mal localisé sur le plateau, en rive droite de la Charentonne, G.-F. Dollfus (1914) attribue 7,55 m d'argile plastique noire au Gault. Sous cette argile 34 m de sables étaient également attribués à l'Albien par cet auteur. Les descriptions lithologiques des niveaux traversés font penser que seuls 5,65 m de sables glauconieux pourraient appartenir ici au Crétacé inférieur : Albien ou Aptien ; la série sableuse sous-jacente se rapporterait alors plutôt au Jurassique supérieur à partir de 84,05 m de profondeur.

### TERRAINS AFFLEURANTS

#### Jurassique supérieur

**j7. Oxfordien supérieur. Sables de Glos.** Seule la partie supérieure de ces sables affleure au Nord-Ouest de la feuille, en particulier dans une carrière à 300 m au Nord-Ouest de Courtonne-les-Deux-Églises (carrière de Courtonne-la-Ville).

On peut y différencier de bas en haut trois ensembles lithologiques :

a) 4 à 5 m de sable fin de couleur claire, à stratifications horizontales ; ce sable est irrégulièrement grésifié, ainsi que la base du niveau b ;

b) 5 à 6 m avec alternances serrées de sable fin et de sable moyen à grossier, feldspathique, avec nombreuses stratifications obliques ou entrecroisées de directions irrégulières. Ces sables, d'abord de couleur claire, deviennent plus fins et violacés sur 2 à 3 m au sommet (couche violette) ;

c) une lentille de sable fin existe uniquement dans le Sud-Est de la carrière où elle est visible sur 50 m de long et une épaisseur maximum de 0,6 mètre. Le sable, blanc à gris avec des passages jaunâtres, contient des fragments noirs ligniteux et montre plusieurs intercalations lenticulaires d'argile et de silt argileux gris à jaune, d'épaisseur centimétrique. La lentille sableuse c est déposée sur une surface de ravinement à pente douce qui recoupe la couche violette sur 1 à 2 m de hauteur.

Au maximum d'épaisseur du niveau c et du ravinement de la couche violette, le sommet de celle-ci est pénétré par de nombreuses tubulures, généralement verticales, longues de 10 à 40 cm et de 1 à 2 cm de diamètre. Ces tubulures à remplissage sableux de couleur claire se présentent en « doublets » qui communiquent par leur base courbée en fer à cheval ; entre les deux tubulures verticales on observe de fins litages sableux, légèrement incurvés vers le bas. Il s'agit de terriers à traverses, de type *Rhizocorallium* d'après P. Juignet.

L'étude quantitative des minéraux lourds, dans les Sables de Glos de la carrière de Courtonne-la-Ville, montre une nette prédominance des minéraux ubiquistes : tourmaline, zircon, rutile et un peu d'anatase. Le zircon est en proportion plus notable (9 %) dans la couche violette que dans les autres niveaux où il varie de 1 à 6 %. Le couple disthène—staurotide, avec des fréquences voisines pour chacun de ces minéraux, atteint 18 à 24 % et jusqu'à 34 % dans le niveau c. P. Juignet (1965) avait noté l'absence d'andalousite dans les niveaux a et b où ce minéral n'a été observé qu'en traces, tandis qu'il atteint 6 % dans le niveau c. On remarque en outre des proportions notables du couple ilménite—leucoxène, qui va en décroissant vers le haut de la série, et parfois des traces de grenat, biotite, épidote et spinelle vert. Un sulfate complexe, du groupe de la jarosite, est signalé en faibles quantités dans les niveaux a et c, ce minéral étant connu comme un produit d'oxydation de la pyrite en milieu aride.

Les niveaux sableux a et b, avec couche violette au sommet, constituent une première séquence des Sables de Glos, localement érodée en grande partie un plus à l'Ouest, à la carrière de Livet (feuille Livarot). Ici, on observe un remplissage de sables de la 2<sup>e</sup> séquence des Sables de Glos, dans *le chenal de Cordebugle* creusé dans les sables de la première séquence et orienté W.SW—E.NE (P. Juignet, 1976).

C'est à cette 2<sup>e</sup> séquence, très réduite dans la carrière de Courtonne-la-Ville, que l'on peut attribuer le sable du niveau c. Un niveau fossilifère rencontré en bordure d'un sentier au hameau du Village Fleuri à Cordebugle (X = 455,720 ; Y = 1 158,290 ; Z = + 110) appartient également à cette 2<sup>e</sup> séquence sableuse, probablement plus épaisse ici que dans la carrière étudiée. On observe ici, dans une petite fouille et de haut en bas :

- 0,5 m : sable fin,
- 0,05 à 0,25 m : sable fin avec petits galets de quartz bien usés et de très nombreux débris coquilliers : *Perna mytiloides* et quelques fragments de gros Gastéropodes,
- 0,3 m : grès fin, friable.

Ce niveau fossilifère peut être observé également dans les sables de la 2<sup>e</sup> séquence à la carrière de Livet.

De gros fragments de bois fossile ont été trouvés par l'exploitant dans les sables de Glos de la carrière de Courtonne-la-Ville (P. Juignet, 1965).

Si les Sables de Glos n'ont fourni que peu de fossiles dans la région étudiée, ils sont par contre très fossilifères sur le territoire des feuilles Livarot et Lisieux avec une faune abondante : Bivalves surtout littoraux, Gastéropodes, Céphalopodes et restes de Vertébrés, etc. Les faunes d'Ammonites indiquent alors la

zone à Caustinigrae pour la 1<sup>re</sup> séquence et à Decipiens pour la 2<sup>e</sup>. Les Sables de Glos sont signalés dans un forage (5-1) à Saint-Germain-la-Campagne, où ils ont été pénétrés sur 9 m, selon C.P. Nicolesco.

Dans un forage de 1913 (6-31), mal localisé vers 200 m d'altitude sur le plateau de la rive droite de la Charentonne à la Trinité-de-Réville, c'est peut-être aux Sables de Glos qu'il faut attribuer les terrains de la coupe, à partir de 84,05 m de profondeur, avec de haut en bas :

- 1,8 m : sables fins gris, ligniteux,
- 4,9 m : sables gris graveleux, avec nodules et fossiles,
- 14,1 m : sables gris, fins, purs, avec bancs de grès.

Les fossiles signalés par le sondeur n'ont pas été étudiés. G.-F. Dollfus (1914) attribuait ces sables à l'Albien.

### Crétacé

**N<sup>o</sup>. Aptien supérieur. Sables et argile au sommet.** Ces dépôts, connus régionalement sous le terme de *sables ferrugineux*, correspondent à leur partie inférieure à des sables moyens à fins, avec passées grossières. Quartzeux et feldspathiques, ces sables, un peu glauconieux et de couleur claire à jaunâtre, contiennent des graviers de quartz et de feldspaths à leur base ou en intercalations irrégulières, ainsi que de petits fragments ligniteux. L'étude des minéraux lourds d'un échantillon de la partie inférieure des sables montre que les ubiquistes sont très prédominants avec surtout de la tourmaline, un peu de zircon et de rutile et très peu d'anatase. Parmi les minéraux de métamorphisme, on note de faibles pourcentages de disthène, de staurotite et d'andalousite. Le couple ilménite—leucoxène est présent et l'on observe en traces : spinelle vert, grenat, monazite, etc.

Les sables, épais de 7 à 8 m à la carrière de Courtonne-la-Ville, sont recouverts par 2 m d'argile, noire à sa partie médiane et grise aux épontes. L'argile repose sur un lit de grès ferrugineux à graviers de quartz qui couronne les sables et des intercalations décimétriques de sable grossier alternent avec des lits d'argile au sommet de la formation. L'argile noire contient pour moitié de la kaolinite, puis illite et smectite pour l'autre moitié.

Ce même niveau d'argile a fourni des Ammonites d'âge aptien supérieur (zone à Jacobi) à Courtonne-la-Meurdrac sur la feuille Livarot (P. Juignet, 1974). Dans la carrière de Courtonne-la-Ville, l'argile contient des débris végétaux et une riche microflore étudiée par D. Fauconnier qui rapporte cette dernière à un milieu littoral d'âge crétacé inférieur (Aptien à Albien). On trouve ici : pollens de Gymnospermes disaccates (*Abietinaepollenites microalatus*, *A. minimus*, *A. microreticulatus*, *Cedripites cretaceus*), Cupressacées, Taxodiacées et Cheirolépidadacées (*Inaperturopollenites dubius*, *Araucariacites australis*, *Classopollis classoides*), des spores de Ptéridophytes : Cyathacées (*Cyathidites australis*), Gleichéniacées (*Gleicheniidites senonicus*) et de rares pollens d'Angiospermes (*Eucommiidites stuartii*, *Retricolpites* sp.). On note en outre la présence d'une espèce de microplancton (*Bacchidium polyopes*).

Les dépôts aptiens se biseautent vers l'Est et le Sud où leur limite d'extension reste mal connue. Les sables aptiens, avec une épaisseur de 12,8 m, sont cependant signalés au forage 1-1 002 à Cordebugle où le niveau d'argile au sommet est absent. Au Sud de la région étudiée, 5,65 m de sable glauconieux traversés au forage 6-31 à la Trinité-de-Réville sont d'un âge albien ou aptien mal déterminé.

**n7-C1. Albien à Cénomanién inférieur. Niveau de la Glauconie.** C'est un faciès caractéristique d'argile très glauconieuse verdâtre à noir verdâtre qui contient des passées plus sableuses à la partie inférieure, accompagnées parfois de graviers de quartz à la base. On note également la présence de nodules phosphatés à la partie inférieure de la Glauconie, en particulier dans la carrière de Livet, à la limite des feuilles Bernay et Livarot. Selon P. Juignet (1974), c'est probablement de ce niveau inférieur de la Glauconie que proviennent les nodules phosphatés fossilifères signalés par A. Bigot (1895) à Saint-Martin-de-la-Lieue (feuille Livarot). La faune examinée par A.-J. Jukes-Browne et W. Hill (1896) appartient à l'Albien moyen avec *Hoplites interruptus* var. *deluci* et *Hoplites dentatus*. La partie supérieure de la Glauconie de la carrière de Livet a fourni à P. Juignet (1974) une faune d'âge cénomanién inférieur avec *Schloenbachia subplana*, *S. subtuberculata*, etc.

La Glauconie, souvent glissée à l'affleurement, est épaisse de 7 à 8 m à la carrière de Livet. Elle a été rencontrée dans certains forages : à Cordebugle (1-1002), où elle atteint 7 m et contient des nodules phosphatés et des graviers de quartz à la base, à Saint-Martin-de-Bienfaite (5-2), où elle a été reconnue sur 5 m, sans que la base soit atteinte, et à Thiberville (2-1), où elle a 6 m d'épaisseur. Elle pourrait atteindre 3,65 m à la Trinité-de-Réville (6-31) où elle était attribuée au Vraconien par G.-F. Dollfus (1914), par contre elle n'a pas été signalée par C.-P. Nicolesco à Saint-Germain-la-Campagne (5-1).

**C1-2. Cénomanién inférieur à supérieur. Craie à chailles, glauconieuse puis blanchâtre.** La craie cénomaniénienne forme les versants raides du plateau près d'Orbec et au Nord-Ouest de la feuille ; elle n'est visible que très localement dans la vallée de la Charentonne, où elle affleure dans une carrière en amont de Broglie, dans le bois de Guénet.

La craie cénomaniénienne grise à gris verdâtre, plus ou moins riche en grains de glauconie, avec de fréquents lits de chailles, est parfois consolidée en bancs ; les chailles, noires et siliceuses dans leur partie centrale, ont un pourtour gris à la fois siliceux et carbonaté.

On peut distinguer :

— au sommet, une craie blanchâtre, ferme, à nombreux lits de chailles. La base de cette craie est glauconieuse et a fourni de petits fragments phosphatés brunâtres disséminés dans un niveau décimétrique (talus de sentier vers 130 m d'altitude dans les Côtes Lamy, au-dessus de Saint-Martin-de-Bienfaite). Au-dessus de la craie blanchâtre, une craie noduleuse et glauconieuse termine l'étage : base de la carrière du bois de Bernay près de Courtonne-les-Deux-Églises et carrière du bois de Guénet au Sud de Broglie. Ce dernier niveau a fourni des microfaunes de la biozone C/c, tandis que la craie blanchâtre sous-jacente renferme des microfaunes de la biozone C/b. Le lit de base à fragments phosphatés a fourni à P. Juignet : *Sciponoceras baculoides* Mantell, *Neithea aequicostata* et des Serpules. Cet ensemble crayeux d'âge cénomanién moyen à supérieur atteint environ 20 m d'épaisseur au Nord d'Orbec et 18 m à Beaumesnil (forage 8-14) :

— à la base, une craie à chailles, plus ou moins glauconieuse et parfois sableuse, montre de fréquents niveaux noduleux. Vers la partie supérieure, un ensemble de craie indurée, épais de plus de 20 m, a été exploité autrefois pour les pierres de taille dans des galeries souterraines parfois encore utilisées comme champignonnières. On doit noter que l'accès des galeries souterraines abandonnées est particulièrement dangereux, avec des risques d'éboulements importants. Cet ensemble de craie glauconieuse, consolidé près de sa partie supérieure, a fourni des microfaunes de la biozone C/a ; elle appartient au Cénomanién inférieur. Un lit à nombreux Spongiaires siliceux a été observé

dans une craie glauconieuse et noduleuse, à quelques mètres sous les bancs de craie consolidés souvent exploités en galeries souterraines : fouille en rive droite de l'Orbiquet à Saint-Martin-de-Bienfaite et dans un affleurement en rive gauche de cette rivière, près d'une ancienne champignonnière à l'Ouest d'Orbec. La craie a fourni en outre ici une faune déterminée par P. Juignet : *Grasirhynchia grasiana*, *Sellithyris* sp., *Merklina aspera*, *Hemiasper bufo*, un fragment de *Mantelliceras* sp., Inocérames, Huîtres et de nombreuses Serpules. Dans une coupe de la tranchée d'une ancienne voie ferrée près d'Orbiquet, P. Juignet (1974) signale des *hard grounds* au sommet de niveaux de craie noduleuse et une faune avec : *Merklina aspera*, *Cardium* cf. *alternatum*, *Entolium orbiculare*, *Exogyra obliquata*, *Inoceramus crippei*, *I. etheridgei*, *Lima clypeiformis*, *Plicatula cotteai*, *Spondylus striatus*, *Sellithyris biplicata*, *Caratomus rostratus*, *Cyphosoma cenomanense*, *Epiaster distinctus*.

L'ensemble des niveaux crayeux du Cénomanien inférieur atteint 55 m d'épaisseur à Saint-Martin-de-Bienfaite, ce qui constitue probablement un maximum pour la région étudiée. Dans le forage 6-31 de la Trinité-de-Réville, la craie de l'ensemble du Cénomanien serait en effet réduite à 37,7 m d'après G.-F. Dollfus (1914).

**c3. Turonien inférieur à moyen. Craie gris blanchâtre, silex à la partie supérieure.** La craie tendre et gris blanchâtre du Turonien affleure surtout dans les versants abrupts de la vallée de la Charentonne, en aval de Bernay. Elle apparaît aussi à l'Ouest de la feuille, dans le compartiment effondré au Sud de la faille de Courtonne et dans quelques affleurements près d'Orbec.

• **Turonien inférieur. Assise inférieure** (8 à 10 m) : **biozone Ta1**. C'est une craie tendre, pratiquement dépourvue de silex, sauf au sommet où quelques silex de petite taille apparaissent ; on observe dans cette craie de très nombreux Inocérames, *I. labiatus* et quelques *Orbirhynchia* sp. Un faciès différent apparaît sur 2 à 3 m à la base (carrière du bois de Guénet au Sud de Broglie et carrière du bois de Bernay près de Courtonne, etc.). Ici la craie tendre, à rares Inocérames, contient quelques grains de glauconie, nettement plus abondants à l'extrême base. On note encore, dans cette craie, plusieurs lits avec rares chailles grises de petite taille et quelques lits décimétriques à nodules crayeux durs. C'est sans doute à ce niveau qu'il faut rapporter 4,7 m de craie à « silex gris » signalée par G.-F. Dollfus (1914) dans le forage 6-31 à la Trinité-de-Réville, à la base du Turonien.

• **Turonien inférieur. Assise supérieure** (10 à 12 m) : **biozone Ta2 et zone de passage au Turonien moyen : biozone Ta-Tb**. La craie tendre de cette assise contient généralement de fréquents lits de silex et des Inocérames moins nombreux que dans la première assise.

• **Turonien moyen** (puissance supérieure à 7 m) : **biozone Tb**. Ces terrains ont été observés partiellement à Bernay et dans quelques carrières à l'Est de cette ville. La craie tendre, gris blanchâtre, montre souvent de nombreux lits de silex ; certains de ces derniers atteignent alors dix à plus de vingt centimètres.

#### Formations superficielles tertiaires et quaternaires

**RS. Formation résiduelle à silex, solifluée sur les pentes dans une large mesure.** La formation résiduelle à silex s'étend en un manteau continu sur les plateaux où elle s'intercale entre le sommet de la craie turonienne ou cénomanienne parfois et les limons LP, lorsqu'ils existent. Elle s'étend aussi sur les ver-

sants de vallées où elle est souvent solifluée. Les silex, fragmentés par cryoclastie à la partie supérieure de la formation, sont inclus dans une matrice argilo-sableuse ou argileuse, souvent colorée en brun-rouge à la partie supérieure et en brun-chocolat ou brun-noir près de la craie.

Dans la partie occidentale de la feuille, les silex provenant de la dissolution de la craie turonienne recouvrent des chailles décarbonatées, résidus de la dissolution de la partie supérieure de la craie cénomaniennne.

Sous les poches de sables stampiens, la formation à silex, protégée des pédogenèses post-stampiennes, a une matrice argileuse blanchâtre, kaolinique, avec des silex très corrodés en surface. Le genèse de cette formation se situe à l'Eocène, probablement au Sparnacien (voir la datation pollinique citée dans la notice de la feuille Breteuil-sur-Iton). L'argile de la matrice contient alors des microfaunes siliceuses libérées par la destruction d'une partie des silex au cours de la pédogenèse agressive du Sparnacien. C'est le cas au S.SE d'Orbec, sous une poche de sable stampien, dans le talus au Sud d'une nouvelle route, non reportée sur la carte topographique (X = 459,540 ; Y = 1 147,290 ; Z sol = + 170 m).

La formation résiduelle à silex repose un peu plus bas sur la craie du Turonien inférieur (biozone *Ta1*), visible très localement ; la matrice argileuse, blanchâtre et kaolinique, de la partie supérieure de la formation à silex a fourni au lavage des microfaunes siliceuses résiduelles d'âge turonien supérieur probable ou du passage Turonien—Sénonien. On note ici du plancton : *Marginotruncana coronata*, *M. marginata* et une microfaune benthique avec *Gavelinella moniliformis* et *Reussella* sp.

Sur l'ensemble de la région étudiée, la majeure partie de la formation résiduelle à silex dérive de cette formation à silex ancienne, après érosion des sables stampiens et action des pédogenèses ultérieures. Cependant, près du contact avec la craie, la formation RS est sans doute plus récente et a pu se développer au cours du Quaternaire, lors de l'enfoncement progressif du réseau hydrographique dans la surface des plateaux et de l'abaissement corrélatif de la nappe phréatique.

Dans la carrière de craie du bois de Bernay, près de Courtonne, D. Lefebvre (1967) a signalé des infiltrations d'argile glauconieuse vers la base de la formation RS et dans les fissures de la craie turonienne sous-jacente. La partie supérieure de la craie est cryoturbée et solifluée sur plusieurs mètres d'épaisseur et l'argile glauconieuse, probablement entraînée par les eaux souterraines dans les fissures de ces couches de craie désorganisées et dans la partie inférieure de RS, pourrait provenir de la glauconie albo-cénomaniennne surélevée plus au Nord dans le dôme anticlinal du Planquay.

Les données de forages montrent que la formation RS varie de 6 à 30 m d'épaisseur, avec une valeur moyenne supérieure à 10 m, surtout dans la partie orientale de la région étudiée.

**g1-2. Sables stampiens conservés en poches (notation ponctuelle).** Des gisements localisés de sables fins, parfois grésifiés au sommet et plus ou moins épuisés par les anciennes exploitations, sont associés à la formation RS où ils sont piégés dans des poches d'affaissement d'origine karstique. De tels gisements sableux, indiqués sur la carte, sont irrégulièrement répartis sur la majeure partie de la feuille, à l'exception de son quart nord-ouest, où aucun gisement certain n'a été noté. Les poches de sables sont souvent localisées à proximité immédiate de tracés de failles ; cependant on note également des gisements sableux parmi les nombreux blocs de grès à silex rapportés à l'Yprésien : c'est le cas au Sud-Ouest de Landepereuse, ainsi qu'au Sud de Broglie.

Dans ces différents cas, les sables stampiens, sans doute très étendus initialement, ont été largement érodés et n'ont pu être conservés que dans les cavités formées par les premiers affaissements d'origine karstique, vers la fin du Tertiaire ou au début du Quaternaire. Ces affaissements, fréquents à proximité des lignes de failles sur le plateau, se sont produits également dans les alignements de blocs de grès à silex yprésiens ; en effet, la surface, nécessairement irrégulière du plateau dans ce secteur, due à la discontinuité de ces groupes de blocs de grès, pouvait être favorable à des affaissements locaux d'origine karstique. L'absence remarquable de toute poche des sables stampiens dans le Nord-Ouest de la feuille pourrait s'expliquer soit par une lacune de dépôt au Stampien dans cette région, soit par une érosion rapide de sables avant la création des premières poches karstiques ; cette érosion aurait pu être facilitée ici par un réajustement tectonique local (le Planquay, cf. chapitre tectonique).

L'analyse des minéraux lourds d'un échantillon prélevé dans une poche de sable déjà citée, au S.SE d'Orbec, montre que les minéraux ubiquistes zircon, tourmaline, rutile en proportions voisines, puis un peu d'anatase, sont très nettement prédominants sur les minéraux de métamorphisme : disthène, andalousite et très peu de staurotide. Le couple leucoxène—ilménite est assez bien représenté et l'on note en traces : biotite, amphibole, monazite, chromite, topaze et corindon.

Les sables et les grès associés n'ont fourni aucun vestige de macrofaune. Au S.SE d'Orbec, ces sables remanient à leur base des rognons gréseux d'âge yprésien possible, mais l'âge stampien des sables n'est avancé que par comparaison avec des sables similaires dans les régions voisines.

**Remarque.** — *Bartonien (s.l.) possible.* Au Nord de Serquigny, le forage 4-25 a traversé à la tarière des terrains tertiaires conservés dans une poche karstique avec, de haut en bas, sous 5,5 m de terrains argilo-sableux altérés :

- 4,5 m : argile bleue. Ce niveau est bien marqué dans un log gamma-ray réalisé après le forage,
- 3,5 m : argile gris-beige plastique,
- 7,5 m : argile sableuse, puis sable argileux avec quelques silex,
- 6,8 m : sable grossier et gros silex, avec passées de sable argileux blanc,
- 0,7 m : sable argileux vert avec silex.

Ces terrains sont en contact direct avec la craie turonienne, ce qui laisse supposer que l'ancienne formation à silex a du être laminée lors de l'affaissement des terrains tertiaires dans la poche karstique.

Les niveaux a et b rappellent de près les sédiments observés à la base du Tertiaire dans une ancienne sablière près de Nassandres (feuille Beaumont-le-Roger) et qui sont attribués au Bartonien (s.l.) possible. Il peut en être de même pour les sédiments tertiaires du forage 4-25, avec une série bartonienne plus complète ici que sur la feuille Beaumont-le-Roger.

**Éléments tertiaires résiduels.** Divers éléments tertiaires résiduels peuvent être observés sur les plateaux, au sommet de la formation résiduelle à silex.

• **Grès conglomératiques, blocs parfois déplacés.** On note quelques blocs de grès conglomératiques du Sud-Ouest de Broglie à la limite occidentale de la feuille, où ils sont dispersés parmi les très nombreux blocs de grès à silex qui forment un alignement E.SE—W.NW au Sud de la feuille. Quelques rares blocs de grès conglomératiques ont été observés également au Nord-Est de la feuille, à l'Ouest de Serquigny, près du hameau de la Porte. Ces divers blocs peuvent atteindre 0,5 m à 1 m d'épaisseur et contiennent des galets de silex assez usés, à façonnement probablement marin, avec des formes irrégulières et des tailles

variant de 1 à plus de 15 cm parfois. On trouve en outre quelques galets avellanaires et de rares galets ovales et aplatis de plusieurs centimètres de long ; ces deux derniers types de galets, à façonnement continental, ont donc été remaniés ici ; ils sont généralement dispersés parmi les galets de formes irrégulières, mais peuvent être localement prédominants : c'est le cas dans un bloc de grès à silex long de 4 m, observé dans un pâturage près de l'extrémité nord-est d'un bosquet, au Nord-Est de la Chapelle-Gauthier (X = 464,300 ; Y = 1 145,690 ; Z = + 192 m) ; il montre à son sommet une lentille de poudingue à ciment gréseux épaisse de 0,1 mètre. Les galets de silex avellanaires prédominent (diamètre 0,5 à 1 cm) et quelques galets ovales de 3 à 4 cm de long reposent à la base de la lentille.

Le ciment gréseux des conglomérats, généralement fin, comporte parfois de gros grains de quartz disséminés. Des rubanements à ciment siliceux plus abondant apparaissent en « coiffes » d'épaisseur millimétrique à centimétrique au-dessus des galets ; c'est particulièrement net dans deux blocs de grès conglomératiques déplacés sur un replat herbeux près de la nouvelle route au S.SE d'Orbec, à 20 m au Sud de la poche de sable stampien déjà signalée.

Les galets provenant du démantèlement de ce niveau conglomératique et portant des vestiges de ciment gréseux avec « coiffes » sont particulièrement abondants et doivent être remaniés à la base des sables stampiens. On les observe ici sur plus d'un mètre d'épaisseur dans les talus de routes. Parmi les galets à type de façonnement marin, l'un d'eux mesurait 18 cm/12 cm/8 cm et, parmi les rares galets à façonnement continental, l'un d'eux, ovale et aplati, mesurait 4,5 cm/3,5 cm/1 cm.

Dans le contexte régional, il est très probable que les galets ovales et aplatis et les avellanaires ont dû être façonnés en milieu lacustre ou fluvio-lacustre au Sparnacien supérieur (Yprésien inférieur). Les sables grésifiés à galets marins prédominants correspondent donc à un dépôt dû à une incursion marine ou fluvio-marine plus récente, dans un sillon large de plusieurs kilomètres qui est d'origine probablement tectonique. Ces dépôts sableux et caillouteux, grésifiés en milieu continental, sont en outre antérieurs à l'incursion marine du Stampien. Sans argument de datation plus précis, les grès conglomératiques sont attribués au Cuisien possible (Yprésien supérieur). Après le retrait des eaux, une forte pédogenèse a libéré de la silice qui a pénétré dans les sables avant ou au cours de leur grésification ; cette silice s'est accumulée et consolidée au-dessus des silex et des galets inclus dans le sable, ce qui a formé ces « coiffes » caractéristiques déjà décrites ailleurs par M. Thiry (1977 et 1981).

L'âge des grès conglomératiques près de Serquigny reste mal connu ; les « coiffes » n'ont pas été observées ici et ces blocs peuvent être d'âge yprésien ou sinon stampien.

• **Grès à silex, blocs non déplacés. Grès à silex, blocs déplacés par l'Homme.** Un alignement à très nombreux blocs de grès à silex peut être observé suivant une direction moyenne E.SE—W.NW dans le Sud de la région étudiée, depuis le Sud de Beamesnil jusqu'à la région au Sud d'Orbec. Les blocs sont particulièrement abondants à Landepereuse, ainsi qu'au Sud-Est de Broglie ou encore près de Saint-Laurent-des-Grès ; le repérage des blocs reste malaisé sous le couvert forestier (bois de Broglie). Au Nord-Est de la feuille, un seul bloc de grès à silex a été noté au Sud-Est de Carsix, près du hameau de Boincourt ; ce secteur est proche de Goupillières où quelques grès à silex ont déjà été notés (feuille Beaumont-le-Roger).

Les blocs d'épaisseur souvent métrique atteignent exceptionnellement 2 à 3 m d'épaisseur et dépassent parfois 5 m de long. Le grès à grains de quartz



généralement fins contient quelques gros grains de quartz dispersés ainsi que des silex entiers ou fragmentés et parfois des galets de silex. Des rubanements siliceux (coiffes) sont parfois visibles dans la matrice gréseuse au-dessus des silex.

Bien que l'alignement général ait une direction E.SE—W.NW, des alignements particuliers à très nombreux blocs peuvent présenter une direction S.SW—N.NE, sur plus de 750 m de long parfois et plus de 100 m de large (Sud-Ouest de Landepereuse où un alignement est marqué à son extrémité méridionale par un menhir). Au Nord-Est de Broglie, un alignement court de gros blocs se place dans le prolongement occidental de la faille du Colombier à direction E.SE—W.NW ; ceci suggère que cet accident pourrait avoir été actif à cette époque du Tertiaire avec un fossé local au pied du relief de faille. L'alignement principal des blocs de grès à silex qui a la même direction est sans doute associé à un sillon d'affaissement, large de plusieurs kilomètres et parallèle à cette cassure qui est dans le prolongement d'une faille connue à la Bonneville-sur-Iton (feuille Beaumont-le-Roger).

De même que pour les grès conglomératiques, les grès à silex proviennent d'un dépôt sableux peu épais, d'âge cuisien possible.

• **Grès, blocs non déplacés. Grès, blocs déplacés par l'Homme.** Des blocs et des dalles de grès généralement fins, déplacés ou non par l'Homme, sont notés ponctuellement sur la feuille ; ils sont assez fréquents sur les plateaux de Bernay à Carsix où l'on note par ailleurs la présence de poches de sables stampiens et de nombreuses fouilles anciennes pour le fer et le sable.

On trouve encore des grès dans le Sud de la feuille, dans l'alignement E.SE—W.NW des grès à silex, principalement dans sa partie occidentale (Saint-Laurent-des-Grès, etc.). Un certain nombre de ces grès proviennent sans doute de la grésification des sables stampiens, tandis que d'autres sont à rapporter à l'Yprésien possible. Parmi ces derniers, le grès est souvent moins fin, avec présence de quelques gros grains de quartz. Un bloc de grès jaunâtre, d'âge yprésien possible, contient des remplissages de pistes d'animaux fouisseurs : bloc déplacé au Sud-Ouest de Saint-Laurent-les-Grès, en lisière d'un petit bois sur le bord d'un chemin au N.NE de la ferme de la Broudière (X = 459,840 ; Y = 1 142,920 ; Z = + 196). Les grès de ce niveau ont déjà montré de telles pistes sur le territoire des feuilles Beaumont-le-Roger et Breteuil-sur-Iton.

**B-LPs. Biefs et limons à silex.** Ces terrains, à matrice de limon très argileux, parfois sableux, contiennent des silex fragmentés souvent colorés : brun-rouge à ocre ou blanchâtres. Les biefs proviennent du remaniement superficiel de la formation résiduelle à silex où ces derniers ont été fragmentés par cryoclastie lors des périodes froides du Quaternaire, tandis que les limons à silex correspondent à des limons anciens, altérés, plus ou moins remaniés et chargés en fragments de silex.

Ces terrains, de couleur gris blanchâtre en surface à brun-rouge ou ocre en profondeur, occupent des superficies importantes dans la partie orientale du Pays d'Ouche ; ailleurs, ils apparaissent entre la bordure des plateaux où affleure la formation résiduelle à silex et la partie centrale des plateaux où reposent des limons LP, plus ou moins étendus.

Dans les zones mal drainées des plateaux, des lits décimétriques à nombreux fragments de silex, intercalés dans la formation B-LPs, sont consolidés par des hydroxydes de fer et même de la silice cryptocristalline ; ce sont les *grisons*, souvent rencontrés lors des travaux de drainage. Ces roches ont été utilisées souvent dans la construction des églises locales.

Ces sols où affleurent les biefs et les limons à silex donnent des terres de cultures très humides. L'épaisseur de ces terrains varie de 0,5 m à plusieurs mètres.

**LP. Limons indifférenciés.** Les terrains cartographiés en limons correspondent à des dépôts éoliens très fins, les loess, mis en place pendant les périodes froides du Quaternaire, ainsi qu'aux niveaux altérés et parfois remaniés de ces loess lors des périodes interglaciaires à climat tempéré à chaud. Les limons occupent de grandes surfaces sur le plateau du Lieuvain, tandis qu'ils diminuent d'importance dans la partie méridionale de la feuille et sont presque inexistants sur le plateau à l'Est de la Charentonne. On observe également des limons sur les pentes des versants protégés des vents dominants d'Ouest et de Sud-Ouest.

Les limons peu altérés de la dernière période froide donnent de bonnes terres de culture sur les plateaux du Nord de la feuille ; ces limons paraissent être plus réduits dans la partie méridionale de la région étudiée où les terres de culture, assez humides, correspondent le plus souvent à des limons anciens, altérés et argileux.

Les limons ont été exploités autrefois pour la fabrication de briques pleines et de murs en pisé. L'épaisseur de ces terrains reste mal connue dans le Sud de la région étudiée où elle atteint au plus 5 m sans doute. Dans le Nord, quelques données de sondages indiquent des épaisseurs atteignant jusqu'à 5 et 7 m près de Thiberville.

**F<sub>x</sub>. Alluvions anciennes de bas niveau.** Des cailloutis grossiers de silex appartenant à F<sub>x</sub> existent à une altitude relative de + 5 m en rive gauche de la Charentonne à Serquigny. Dans la vallée de l'Orbiquet, les alluvions F<sub>x</sub> (0,8 m de graviers et de galets de silex ou de chailles) ont été reconnues à + 5 m d'altitude relative, dans le forage 5-3 au château de l'Orbiquet.

**F. Alluvions anciennes de niveaux indéterminés, généralement moyens ou élevés : cailloutis grossiers.** Dans la vallée de l'Orbiquet, au Sud de Saint-Martin-de-Bienfaite un petit placage d'alluvions grossières a été reconnu vers + 20 à + 25 m d'altitude relative.

De telles alluvions sont mieux représentées sur d'anciens replats plus ou moins étendus en bordure de la vallée de la Charentonne. Ces cailloutis, avec des silex atteignant jusqu'à 10 et 15 cm, occupent ainsi des surfaces appréciables à l'aval de Broglie. On les note sur le rebord du plateau ou sur le plateau lui-même, à des altitudes relatives variant de + 30 m à + 50 mètres. De Bernay à Serquigny, il n'y a plus que des placages isolés de cailloutis grossiers à des altitudes relatives de + 30 m à + 10 mètres.

Quelques placages de cailloutis alluviaux grossiers ont été observés dans certaines vallées sèches ; c'est le cas du vallon de Landepereuse où les cailloutis s'échelonnent de + 5 m à + 15 m au-dessus du fond de vallon.

Les alluvions les plus élevées de la Charentonne, cartographiées en aval de Broglie où elles ont parfois été exploitées en rive droite, se sont mises en place au cours d'une période assez ancienne et mal précisée du Quaternaire. A cette époque, des rejeux de failles traversant la vallée ont pu entraver l'écoulement du cours d'eau et favoriser l'étalement des cailloutis à la surface du plateau (voir le tracé des failles possibles sur un schéma joint à la notice).

Les cailloutis alluviaux du vallon sec de Landepereuse montrent que cette vallée était active autrefois. La nappe phréatique qui alimentait probablement ce cours d'eau disparu s'est sans doute abaissée à la suite de l'approfondissement de la vallée de la Charentonne au cours du Quaternaire, ce qui a entraîné l'assèchement de la vallée de Landepereuse.

**F<sub>Y-Z</sub>. Alluvions anciennes de fond de vallée (F<sub>Y</sub>) et alluvions récentes (F<sub>Z</sub>). Silex et graviers, limons et tourbe.** Les alluvions anciennes de fond de vallées (F<sub>Y</sub>), généralement grossières, se sont mises en place au cours de la dernière période froide. Ces cailloutis et graviers ont été exploités parfois ; c'est le cas dans la vallée de la Charentonne, sur une épaisseur variant de 1 à 4 m au Sud de Saint-Quentin-des-Isles. Elles ont été également recoupées par quelques forages : sur 2,3 m à Bernay (3-1) et 2,5 m plus en aval (4-21).

Dans la vallée de l'Orbiquet, le forage 5-2 à Saint-Martin-de-Bienfaite a recoupé de haut en bas à ce niveau : 1,2 m de graviers et de galets, 0,8 m de sable grossier, puis 6 m de sable argileux avec de la glauconie remaniée.

Les alluvions récentes F<sub>Z</sub>, plus fines, masquent les alluvions F<sub>Y</sub>. Dans la vallée de la Charentonne, elles existent sur 0,5 m à 1,5 m au sommet de la ballastière de Saint-Quentin-des-Isles, avec un faciès de tourbe et de limon argileux. Dans cette vallée le forage 3-1 à Bernay en a traversé 0,9 m et le forage 4-21 situé plus en aval en a reconnu 3 mètres. Dans la vallée de l'Orbiquet, le forage 5-2 a traversé à ce niveau 2,6 m de tourbe.

**C. Colluvions indifférenciées (versants et vallons secs).** Des colluvions indifférenciées ont été mises en place par ruissellement et solifluxion sur les versants de vallées, ainsi qu'au fond des vallons secs. Ces matériaux, tantôt fins et provenant de limons ou des sables, etc., tantôt grossiers : silex, chailles, fragments crayeux, etc., sont brassés sur les pentes et plus ou moins triés dans les fonds de vallons. Sur les versants où affleure la craie cénomaniennne, dans la partie occidentale de la région étudiée, les colluvions s'enrichissent en grains de glauconie provenant de l'érosion de la craie ou en masses plus importantes d'argile glauconieuse, glissées depuis les affleurements de la Glauconie albocénomaniennne. Un glissement de terrain long de plus de 250 m est cartographié avec les colluvions au-dessus de l'ancienne sablière du Moulin-Neuf (Nord-Ouest de Courtonne-les-Deux-Églises) où l'exploitation conduite sans précaution a entraîné ce glissement. L'épaisseur des colluvions, très variable dans le détail, peut dépasser 5 m dans les fonds de vallons.

**X. Remblais. X<sub>(Fe)</sub>. Dépôt de scories des anciennes industries métallurgiques.** Les dépôts anthropiques d'origine communale ou industrielle sont cartographiés ou notés ponctuellement, suivant leur extension. Les déchets sont souvent déversés dans des entonnoirs d'absorption et des trous d'effronnement, etc., ce qui contribue à polluer la nappe d'eau souterraine. Les dépôts de scories de fer des anciennes industries métallurgiques sont notés X<sub>(Fe)</sub> et sont indiqués ponctuellement pour les gisements limités. Un dépôt étendu de ces scories est cartographié près de Saint-Germain-la-Campagne, au Hamée.

## GÉOLOGIE STRUCTURALE

La rareté des affleurements de craie n'a pas permis de fournir une étude tectonique détaillée. Cependant les biozones établies par C. Monciardini dans la craie du Turonien de cette région ont permis de confirmer localement la présence de plusieurs failles à faible rejet, déjà décelées lors de la cartographie des formations superficielles et résiduelles, etc., à la surface des plateaux.

Plusieurs failles ont été reconnues, avec des rejets de l'ordre de 10 à 20 mètres. Une faille W.NW—E.SE, déjà connue à Courtonne-les-Deux-Églises (carte Bernay à 1/80 000), présente un panneau méridional affaissé et sa position a été précisée par la cartographie récente. Plusieurs failles, décelées par

des alignements (effondrements, poches de sables, etc.) à la surface des plateaux, ont été confirmées par l'étude de la microfaune ; c'est le cas de failles à direction N.NW—S.SE à Broglie, Bernay, ainsi qu'à l'Est de cette ville. Dans ces différents cas, ce sont les compartiments orientaux de ces failles qui sont affaissés, à l'exception d'une faille tracée à l'Est de Carentonne dont le compartiment oriental est relevé.

Une faille W.NW—E.SE a été tracée au Nord-Est de Broglie, près du village du Colombier, d'après un net alignement de poches de sables stampiens et d'entonnoirs d'absorption ; cet accident, dont le sens du rejet n'est pas connu ici, est dans le prolongement d'une faille reconnue à la Bonneville-sur-Iton (carte Beaumont-le-Roger à 1/50 000).

De nombreuses failles possibles sont portées sur la figure 1, avec une direction N.NW—S.SE ou parfois NE—SW, etc.

Ces accidents supposés qui n'ont pu être contrôlés au niveau du Crétacé, en l'absence d'affleurements crayeux en nombre suffisant, sont tracés d'après les données de surface : cartographie des formations superficielles et présence d'alignements remarquables (effondrements récents parfois de grand diamètre, poches de sables, sources, entonnoirs d'absorption) ; les effondrements et les entonnoirs, comblés ou non, sont notés sur la carte. Ces alignements, liés sans doute à des circulations karstiques anciennes ou actuelles, pourraient correspondre à des failles.

La faille W.NW—E.SE du Colombier a été probablement active au cours de l'Yprésien. L'alignement des très nombreux blocs de grès à silex, au Sud de cette faille, correspond à un sillon, avec dépôt sableux parallèle à cet accident ; ce sillon pourrait être dû à un affaissement crustal yprésien, au cours d'une phase tectonique de distension.

Au Nord de la faille de Courtonne, un petit anticlinal d'axe sensiblement Est-Ouest existe au Planquay. Ici, une déformation de la surface du plateau montre que cette structure a sans doute rejoué à la fin du Tertiaire ou au Quaternaire.

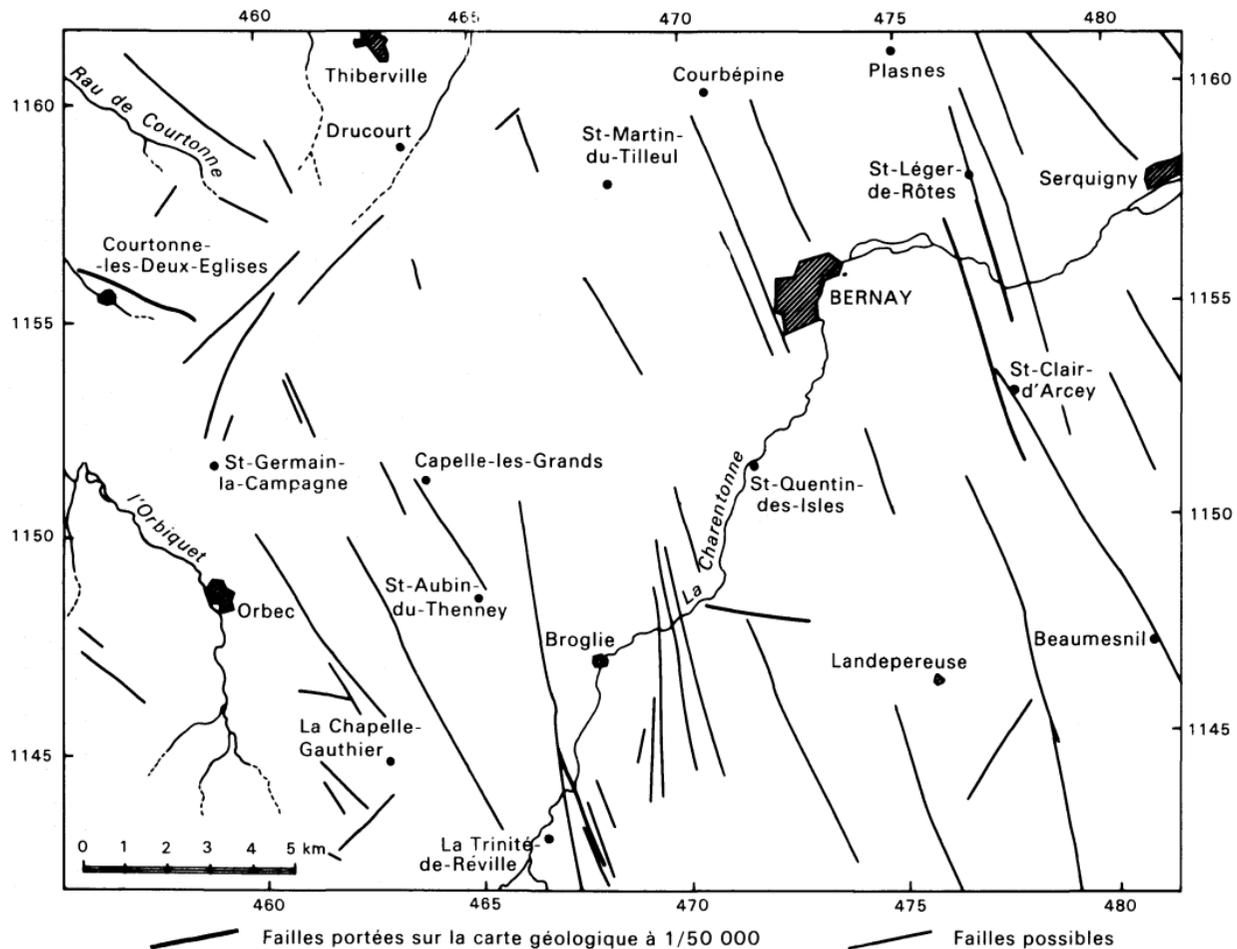
D'autres indices d'activité tectonique quaternaire peuvent être déduits de l'existence de plusieurs placages étendus d'alluvions anciennes de la Charentonne sur le plateau à l'aval de Broglie, ces dépôts caillouteux ont été sans doute déterminés par des rejeux de failles entravant l'écoulement de la Charentonne à cette époque ; plusieurs failles possibles à direction N.NW—S.SE sont tracées dans ce secteur sur la figure tectonique jointe à la notice (fig. 1). Des phénomènes semblables, ayant une origine tectonique quaternaire, ont été observés sur la feuille Breteuil-sur-Iton (voir la notice de cette feuille).

## PRÉHISTOIRE

Le territoire figurant sur la carte Bernay ne comporte pas de gisement préhistorique fondamental ; il n'a jamais fait l'objet de prospections systématiques, ce qui explique peut-être cette pauvreté relative.

Des traces ténues des différentes époques ont été inventoriées : industrie paléolithique à bifaces dans les fouilles d'une ancienne briqueterie à Bernay, outillage de type mésolithique à Menneval, sépulture néolithique à Saint-Martin-du-Tilleul, menhirs à Landepereuse et à Serquigny.

En dehors de ces sites principaux, on connaît dans la région d'assez nombreuses stations de surface néolithiques : Capelle-les-Grands, Courbépine, Dru-



Failles portées sur la carte géologique à 1/50 000

Failles possibles

**Fig. 1 - Schéma cartographique des failles possibles**

court, Menneval, Plainville, Plasnes, Saint-Aubin-le-Vertueux, Saint-Victor-de-Chrétienville, Thiberville, Vallailles, etc. et diverses trouvailles de l'Âge du Bronze : le Planquay, Saint-Léger-de-Rôtes, Saint-Quentin-des-Isles.

## RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS

### HYDROGÉOLOGIE

Le climat de cette région est de type océanique, tempéré et humide, mais la carte des précipitations moyennes annuelles, établie d'après les relevés de la météorologie nationale (voir la notice de l'atlas hydrogéologique de l'Eure), montre que les parties nord et ouest du département sont plus arrosées que la zone sud-est ; ainsi l'isohyète 700 mm suit approximativement un trajet l'Aigle, Bernay, région de Pont-Audemer, Rouen, les Andelys, Gisors. La hauteur interannuelle de pluie tombée sur le territoire étudié est estimée à 725 mm. A partir de la carte des précipitations efficaces moyennes annuelles, donnée dans la notice de l'atlas déjà cité, on peut estimer que la hauteur de pluie alimentant la nappe atteint 275 mm environ.

L'aquifère présent sur la feuille est composé de terrains du Crétacé supérieur ; c'est un milieu à double porosité de pores et de fissures, ce qui donne à la craie sa capacité régulatrice ; en outre il a une double perméabilité de fissures et de karsts qui sont le siège de l'écoulement préférentiel des eaux souterraines. Il se produit ainsi des développements tout à fait particuliers de réseaux, même sous les plateaux, qui aboutissent à de véritables axes de circulation « karstiques ». Ils se traduisent la plupart du temps, à l'amont, par des zones d'absorption des eaux de surface (ruissellement en milieu rural) et, à l'aval, par des sources à fort débit, de l'ordre de 100 l/s (la source de l'Orbiquet a un débit exceptionnellement élevé de 500 l/s). La mise en évidence de tels réseaux est faite généralement à l'aide de traçages à la fluorescéine. Les sources des Bruyères, captées par la ville de Bernay, sont un exemple qui illustre bien ce phénomène, puisqu'elles ont été colorées à partir de deux points d'absorption situés à 9 km à l'Ouest. Un autre réseau a été découvert entre une zone d'absorption affectant un vallon situé entre Bosc-Roger et la Mulière, à la limite entre les feuilles Rugles n° 3 et Bernay n° 7 à 1/25 000, et les sources de la Bave à Beaumont-le-Roger ; un tel trajet atteint une distance de 18 km.

L'apparition de ces sources est liée à l'existence de failles qui mettent en contact un compartiment perméable à l'amont, avec un compartiment moins perméable à l'aval ; le surplus de débit, qui ne peut être absorbé, déborde alors en eaux superficielles. Les sources des Bruyères et du Val Monard à Bernay, ainsi que celle de Fontaine-l'Abbé près de Serquigny, sont un exemple de ce phénomène.

La surface piézométrique de la nappe d'eau souterraine représentée sur l'atlas hydrogéologique montre la présence de deux bassins versants hydrogéologiques, la Risle et la Touques ; le premier est partagé en deux sous-bassins : Risle proprement dite et Charentonne, et le deuxième montre ici le sous-bassin de l'Orbiquet. Il faut noter que les limites de ces bassins et sous-bassins sont décalées vers l'Ouest, marquant ainsi une forte dissymétrie des bassins versants. La Charentonne exerce un plus fort drainage sur la nappe que l'Orbiquet ; il en est de même dans l'interfluve Charentonne—Risle, au profit de cette dernière rivière. La cause la plus probable de ces phénomènes est l'existence de réseaux karstiques développés dans la direction SW—NE ou W—E ; l'axe de

drainage situé entre Saint-Aubin-de-Thennay et le Val Monard à Bernay, qui illustre bien ce phénomène, a sans doute la même origine.

La limite des bassins versants de l'Orbiquet et de la Charentonne passe par des dômes piézométriques qui culminent entre + 170 et + 180 m d'altitude (NGF) ; l'altitude plus élevée de ces dômes s'explique par l'épaisseur plus réduite de l'aquifère d'une part et par une alimentation plus importante de la nappe par les pluies d'autre part.

Il faut noter que l'altitude du dôme centré au niveau du village du Planquay (huitième n° 1) atteint une valeur particulièrement élevée, supérieure à + 180 m NGF ; il correspond à un dôme topographique (+ 200 NGF) où l'aquifère crayeux est surélevé pour des raisons tectoniques : présence ici d'un petit anticlinal situé à proximité de plusieurs failles possibles. La profondeur de la nappe de la craie en est diminuée : ainsi les sources de la Fontaine du Diable et de la Fontaine Enragée, situées toutes deux sur le tracé d'une faille possible à direction NE—SW, la première à 300 m au Nord-Est du hameau du Manauparc et la seconde à la bordure occidentale du bois des Bruyères, correspondent à des « fosses » de 5 m de diamètre et de plus de 3 m de profondeur, remplies de vase. Ces sources jouent un double rôle : elles sont tantôt absorbantes et correspondent alors à des « bétoires » pour les eaux de ruissellement quand le niveau de la nappe est bas, ou tantôt jaillissantes quand la nappe est haute ; dans un ouvrage local (Drucourt par le Colonel Mesnil, 1937), la Fontaine Enragée est citée comme ayant eu un débordement important qui aurait atteint les hameaux de la Bouchonnière et de Cantepie, vers le XV<sup>e</sup> siècle.

Le territoire de la feuille étudiée fait partie d'une province hydrochimique caractérisée par une teneur plus élevée qu'ailleurs en bicarbonate de calcium et assez faible en chlorures (11 à 30 mg/l), nitrates (2 à 20 mg/l) et sulfates (3 à 21 mg/l). Mais on observe souvent sur les surgences des réseaux karstiques des turbidités élevées accompagnées de germes microbiens. Ceci est dû à une absence de filtration et d'auto-épuration des eaux de ruissellement qui pénètrent dans les réseaux souterrains et par une remise en suspension des matières minérales et organiques préexistantes dans ces réseaux ; ce dernier cas peut se produire lors d'une remontée du niveau de la nappe (1982) et de l'engorgement d'une partie des réseaux habituellement sèche.

Cette nappe d'eau est la seule ressource qui alimente les populations en eau potable ; les prélèvements sont très faibles par rapport au débit disponible, mais ils sont concentrés dans les vallées près des agglomérations, où les points d'eau sont particulièrement vulnérables à la pollution.

#### SUBSTANCES MINÉRALES

lim. **Limons.** Les limons ont été exploités autrefois dans quelques carrières, principalement près de Bernay ; ils étaient utilisés pour la fabrication de briques pleines et la construction de murs en pisé (ou murs en *bauge*). Toutes ces exploitations sont abandonnées.

grs. **Grès.** Des grès fins ont été exploités autrefois comme pierres de taille (Chambiac, etc).

sab. **Sables.** Les sables quartzeux et fins du Stampien ont été exploités pour la construction et prélevés dans les nombreuses poches karstiques qui existent sur les plateaux, à l'exception du quart nord-ouest de la feuille. La plupart de ces anciennes carrières sont presque entièrement vidées de leur sable ; il en est de

même pour les anciennes fouilles où les sables et le fer étaient associés (bois au Nord-Est de Bernay, etc.). Des sables du Jurassique et du Crétacé inférieur sont exploités dans le Pays d'Auge, au Nord-Ouest de la feuille.

grvs. **Graviers siliceux.** Des graviers et des galets de silex d'origine alluviale ont été exploités au niveau des alluvions Fy au Sud de Saint-Quentin-des-Isles, dans la vallée de la Charentonne, mais aussi dans les alluvions anciennes F, en aval de Broglie sur le rebord du plateau.

cra. **Craie.** Sur cette carte, la craie, utilisée surtout pour l'amendement calcaire des terres de culture ou « marnage », est exploitée ou l'a été dans des carrières ouvertes à flanc de vallée ou dans des « marnières » souterraines auxquelles on accédait par un puits vertical ouvert sur le plateau (*œil de marnière*) ; certains de ces puits ne sont pas comblés et sont d'accès dangereux.

La craie était également employée pour la fabrication de la chaux ou encore dans l'ancienne industrie du fer.

Les exploitations souterraines, toutes abandonnées, provoquent parfois des effondrements à la surface du plateau, cependant moins, semble-t-il, que n'en provoquent les circulations d'eau souterraine où les effondrements, qui peuvent atteindre en surface 10 à plus de 20 m de diamètre, ne doivent alors jamais être considérés comme stabilisés après leur comblement.

D'autres carrières souterraines, avec galeries d'accès horizontales dans les vallées à l'Ouest de la feuille, ont exploité un niveau épais de craie indurée dans le Cénomaniens inférieur pour les pierres de taille.

Parmi ces carrières abandonnées, l'une d'elles est encore utilisée comme champignonnière à Orbec ; les autres carrières sont souvent d'accès dangereux : des effondrements importants y ont causé des accidents mortels en plusieurs cas.

Fe. **Fer.** Le fer a été activement exploité dans le pays d'Ouche dès l'époque gauloise (A. Huillé, E. Marchand, 1978) et jusqu'au XIX<sup>e</sup> siècle pour l'essentiel. Des fouilles de recherche du fer ont été observées également en dehors du Pays d'Ouche (bois au Nord-Est de Bernay, etc.).

Quelques forges existaient dans la vallée de la Charentonne. Le Pays d'Ouche était mondialement connu autrefois, plus particulièrement pour la fabrication des épingles de fer, avec un grand essor de cette industrie du XVII<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècle.

Le minerai de fer, résultant d'anciennes pédogenèses, s'est formé sur les plateaux vers la fin du Tertiaire ou au Quaternaire ; il paraît avoir été associé le plus souvent à des poches de sables tertiaires, mais il a pu être exploité également au sommet ou à la base de la Formation résiduelle à silex.

## DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

### SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES

On trouvera des renseignements géologiques complémentaires et en particulier un itinéraire intéressant la région dans le *Guide géologique régional : Normandie*, par F. Doré, 1977, Masson, Paris ;

— *itinéraire 9 b* : de la campagne d'Alençon au Pays d'Ouche.

COUPES RÉSUMÉES DES PRINCIPAUX SONDAGES

Commune	Cordebugle	Thiberville	Serquigny	Orbiquet	Orbec
Numéro archivage SGN	1-1002	2-1	4-13	5-3	5-21
Année	1976	1954	1970	1958	1958
Cote du sol	+ 142 m	+ 177 m	+ 81 m	+ 108 m	+ 115 m
Formations superficielles et épaisseurs	C : 3,30 m	LP : 5,5 m RS : 6,0 m	Fy-z : 3,0 m	C + F : 4,80 m	Fy-z : 4,70 m
Toit de la formation atteinte et cote altimétrique					
Crétacé supérieur		+ 165,4			
c3					
c1-2	+ 138,7		+ 78	+ 103,2	+ 110,3
n7-c1	+ 133	+ 106		+ 86,5	
n7		+ 100			
n6	+ 126				
j8		+ 74			
j7	+ 113,2				
Fond	j7 + 107,4	j8 + 63	c1-2 + 168	n7-c1 + 86	c1-2 + 94,8

Commune	Saint-Germain-la-Campagne	La Chapelle-Gauthier	La Trinité-de-Réville	Beaumesnil
Numéro archivage SGN	5-31	6-29	6-31	8-14
Année	1979	1976	1913	1978
Cote du sol	+ 137 m	+ 197 m	# 200 m	+ 127m
Formations superficielles et épaisseurs	C : 3,5 m	LP + RS : 25 m	RS : 9,0 m	C + RS : 12,0 m
Toit de la formation atteinte et cote altimétrique Crétacé supérieur c3 c1-2  n7-c1 n7 n6 j8 j7	+ 133,5 (Cénom. moyen)	+ 172 + 162	# + 191 # + 170,5  # + 132,8 # + 129,15  j7 ? # + 115,95	+ 115 + 107
Fond	Cénom. infér. + 95	c1-2 + 142	j7 ? # + 95,15	c1-2 + 76

BIBLIOGRAPHIE

- BIGOT A. (1895) — Gault à Saint-Martin-de-la-Lieue. *Bull. Soc. linn. Norm.*, 4<sup>e</sup> série, t. IX, p. 72.
- BIGOT A. (1933) — Notes géologiques sur les environs de Lisieux. *Bull. Soc. linn. Norm.*, 8<sup>e</sup> série, t. VI, p. 9-23.
- CAUMONT A. de (1828) — Essai sur la topographie géognostique du département du Calvados. *Mém. Soc. linn. Norm.*, t. IV.
- CHARPILLON, Juge de Paix (1868) — Dictionnaire historique de toutes les communes du département de l'Eure. Histoire, géographie, statistique. Les Andelys, chez Delcroix, libraire et éditeur.
- COUTIL L. (1893) — Résumé des recherches préhistoriques en Normandie (époque paléolithique, inventaire de l'Eure). *Bull. Soc. norm. Et. Préhist.*, t. I, p. 48.
- COUTIL L. (1896) — Inventaire des menhirs et dolmens de France, Eure. *Bull. Soc. norm. Et. Préhist.*, t. IV, p. 36-122, 3 pl.
- COUTIL L. (1896) — Ateliers et stations humaines néolithiques du département de l'Eure. *Bull. Soc. norm. Et. Préhist.*, t. IV, p. 123-205.
- COUTIL L. (1898) — L'Âge du Bronze en Normandie et spécialement dans les départements de l'Eure et de la Seine-Inférieure. *Bull. Soc. norm. Et. Préhist.*, t. IV, p. 46-114 et pl. I-VI.
- DEWOLF Y., KUNTZ G. (1980) — Présomptions de rejeux plio-quaternaires ou quaternaires d'anciens accidents en Basse Normandie, du Perche à la vallée de la Seine. Analyse de phénomènes du sub-surface repérés lors du levé des cartes géologiques et géomorphologiques au 1/50 000. *Bull. Inf. Ass. Géol. Bas. Paris*, vol. 17, n° 4, p. 15-19.
- DOLLFUS G.-F. (1914) — Comptes rendus des collaborateurs pour la campagne 1913. *Bull. Serv. Carte géol. Fr. et des topographes souterrains*, Paris, Librairie Polytechnique Ch. Béranger, p. 29-30.
- DUBOIS A. (1904) — Les « tout petits » silex néolithiques (Tardenoisien) des environs de Bernay et principalement de Beaumont (section de Vieilles). *Bull. Soc. norm. Et. Préhist.*, t. XII, p. 35-41, 1 pl.
- GROULT J. (1962) — Sables séquanien et sables albiens des environs de Lisieux (Calvados). *Mém. Soc. nat. et math. Cherbourg*, 1959-1960, 5<sup>e</sup> série, t. XLIV, p. 69-152.
- HUILLE A., MARCHAND E. (1978) — Le travail du fer dans le Pays d'Ouche. Guéné, arts graphiques, Évreux.
- 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.*, 7<sup>e</sup> série, t. VII, p. 327-333.

- JUIGNET P. (1974) — La transgression crétacée sur la bordure orientale du Massif armoricain. 2 tomes, thèse État, université Caen.
- JUIGNET P. (1976) — Journées d'études de l'A.G.B.P. dans le Calvados. *Bull. Inf. Ass. Géol. Bas. Paris*, vol. 13, n° 3.
- JUKES-BROWNE A.J., HILL W. (1896) — Le Cénomanien de la Normandie et du Sud de l'Angleterre. *Ann. Soc. géol. Nord*, 24, p. 227-264.
- KUNTZ G., MONCIARDI C. (1981). — Le Crétacé supérieur des feuilles à 1/50 000 Neufchâtel et Beaumont-le-Roger. *Bull. Inf. Ass. Géol. Bas. Paris*, vol. 18, n° 4, p. 53-57.
- LEFÈBVRE D. (1967) — Contribution à la connaissance de l'argile à silex de Normandie. *Mém. h. série Soc. géol. Fr.*, n° 4, p. 39-45.
- LEMOINE P., HUMERY R., SAJER R. (1939) — Les forages profonds du Bassin de Paris. *Mém. Muséum national Hist. nat.*, Paris, édition du Muséum.
- MESNIL (Colonel) (1937) — Drucourt. Imprimerie Claudin Bernay.
- PASSY A. (1874) — Description géologique du département de l'Eure avec un appendice contenant des notes sur l'orographie, l'hydrologie, la géologie, l'agriculture, l'industrie et la botanique de chaque commune. Evreux, Impr. A. Hérissey et fils.
- POMEROL Ch. (1961) — Existence de deux provinces pétrographiques dans le bassin de Paris à l'Albien et au Cénomanien. *C.R. som. Soc. géol. Fr.*, p. 286-287.
- THIRY M., TRAUTH N. (1976) — Évolution historique de la notion d'argile à silex. *Bull. Inf. Ass. Géol. Bas. Paris.*, vol. 13, n°4, p. 41-48.
- THIRY M. (1977) — Structures en « coiffes » résultant de lessivages verticaux de formations conglomératiques. *Bull. B.R.G.M.*, 2<sup>e</sup> série, section IV, n° 2, p. 105-120, 2 pl h.-t.
- THIRY M. *et al.* (1978) — Nature des smectites élaborées lors d'altérations lessivantes de la craie à silex du Bassin de Paris. *Sc. géol.*, bull. 31, 4, p. 163-172, Strasbourg.
- THIRY M. (1981) — Sédimentation continentale et altérations associées : calcifications, ferruginisations et silicifications. Les argiles plastiques du Sparnacien du Bassin de Paris. Thèse, univ. Strasbourg.

#### Carte géologique de la France à 1/80 000

Feuille *Bernay* : 1<sup>re</sup> édition (1880) par A. GUYERDET.  
2<sup>e</sup> édition (1946) par A. BIGOT.

Feuille *Lisieux* : 1<sup>re</sup> édition (1881) par LODIN.  
2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> éditions (1939, 1965) par A. BIGOT, L. DANGEARD,  
R. FORTIN, E. CHAPUT, ONFRAY.

*DOCUMENTATION DU B.R.G.M.*

ARTIS H., LA QUÉRIÈRE Ph. de, VAN DEN AVENNE S. — Assainissement du Pays d'Ouche, Eure et Orne. Rapport 72 SGN 127 PNO.

LA QUÉRIÈRE Ph. de — Assainissement du Pays d'Ouche, Eure et Orne. Étude hydrogéologique complémentaire. Rapport 73 SGN 381 PNO.

CHEMIN J., HOLE J.-P. — Recherche des causes de pollution de captages A.E.P. en Haute Normandie, département de l'Eure. Rapport 81 SGN 677 HNO.

Rapport BURGEAP R 136 E 228 — Synthèse hydrogéologique du bassin de l'Eure.

Rapport BURGEAP R 19 (janvier 1969) — Étude hydrogéologique du bassin de la Risle.

Atlas hydrogéologique, Eure. BRGM, Service géologique régional Normandie, 1980.

*DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES*

La Banque des données du sous-sol du B.R.G.M. détient l'inventaire des sondages et autres travaux souterrains exécutés dans le périmètre de la feuille et archive les nouveaux travaux. Les documents peuvent être consultés :

- pour le département de l'Eure, au S.G.R. Haute Normandie, 18, rue Mazurier, 76130 Mont-Saint-Aignan ;
- pour les départements de l'Orne et du Calvados, au S.G.R. Basse Normandie, 2, rue du Général Moulin, 14000 Caen.
- ou encore au B.R.G.M., 191, rue de Vaugirard, 75015 Paris.

**Auteurs**

Cette notice a été rédigée par G. KUNTZ avec la participation de Ch. MONCIARDINI (biozonations du Crétacé supérieur par les Foraminifères), de Ph. de LA QUÉRIÈRE (hydrogéologie) et de G. VERRON (préhistoire).