



NEUFCHÂTEL

La carte géologique à 1/50 000
NEUFCHATEL est recouverte par les coupures suivantes
de la carte géologique de la France à 1/80 000 :
au nord : ABBEVILLE (N° 11)
au sud : NEUFCHATEL (N° 20)

Dieppe (Est)	Gamaches	Halencourt
Londinières	NEUFCHATEL	Poix
St-Saëns	Forges- les-Eaux	Crévecoeur -le-Grand

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

BUREAU DE
RECHERCHES
GÉOLOGIQUES
ET MINIÈRES

NEUFCHÂTEL

XXI-9

*Du Pays de Bray
à la Bresle*

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
Boîte postale 6009 - 45018 Orléans Cédex - France



NOTICE EXPLICATIVE

SOMMAIRE

	Pages
INTRODUCTION	2
<i>CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE</i>	2
<i>PRÉSENTATION DE LA CARTE</i>	2
<i>HISTOIRE GÉOLOGIQUE</i>	2
DESCRIPTION DES TERRAINS	3
<i>JURASSIQUE</i>	3
<i>CRÉTACÉ INFÉRIEUR</i>	5
<i>CRÉTACÉ SUPÉRIEUR</i>	6
<i>TERTIAIRE. FORMATIONS RÉSIDUELLES A SILEX</i>	7
<i>COMPLEXE DES LIMONS</i>	9
<i>COLLUVIONS</i>	11
<i>ALLUVIONS</i>	14
<i>DÉPÔTS ANTHROPIQUES</i>	14
GÉOLOGIE STRUCTURALE	15
OCCUPATION DU SOL	16
<i>VÉGÉTATION</i>	16
<i>PRÉHISTOIRE</i>	18
<i>LISTE DES GISEMENTS PRÉHISTORIQUES</i>	18
<i>DONNÉES GÉOTECHNIQUES</i>	19
RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS	19
<i>HYDROGÉOLOGIE</i>	19
<i>SUBSTANCES MINÉRALES</i>	20
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE	21
<i>SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES</i>	21
<i>COUPES RÉSUMÉES DE QUELQUES FORAGES</i>	21
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	22
<i>DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES</i>	24
AUTEURS	24

INTRODUCTION

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE

La carte a été établie à partir des levés de terrain étayés par des sondages à la tarière et par une étude photogéologique détaillée. Les affleurements des couches crayeuses du Crétacé supérieur ont permis de prélever plus de 300 échantillons de roche dont la microfaune a été étudiée par C. Monciardini dans les laboratoires du B.R.G.M. à Orléans.

La microfaune d'âge tertiaire a été déterminée par Cl. Cavalier et celle d'âge crétacé par J. Roman et J. Sornay.

L'étude stratigraphique des limons LP a été réalisée en collaboration avec J.-P. Lautridou.

Les limites d'étages dans le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur ont été tracées principalement d'après les données de terrain ; celles-ci interviennent encore dans le dessin des contours de base du Cénomanién et du Turonien. Par contre au sein des terrains turoniens, seules les données micropaléontologiques ponctuelles, correspondant aux échantillons de craie, ont permis de tracer des limites de biozones. La validité de ces derniers contours dépend ainsi étroitement de la densité de l'échantillonnage et de sa proximité de part et d'autre des limites de biozone sur le terrain.

PRÉSENTATION DE LA CARTE

La partie sud-ouest de la région étudiée appartient à une structure marquante du Nord de la France, l'anticlinal du Pays de Bray dont la direction est *armoricaine* (NW—SE). Cet anticlinal fait affleurer les terrains du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur près de la ville de Neufchâtel. Au Nord-Est de cette structure, les terrains crayeux du Crétacé supérieur : Cénomanién et surtout Turonien, constituent le substratum d'une région située aux confins de la Normandie et de la Picardie. La région étudiée, proche de la Manche, présente une morphologie entamée par quelques vallées humides et par de très nombreux vallons secs : il ne subsiste que quelques vestiges de la surface des plateaux. Dans la région au Nord-Est du Bray, l'orientation du drainage est en relation avec la direction des axes tectoniques principaux. A l'Ouest de la carte le drainage est ainsi orienté vers le Nord-Ouest (l'Aulne) dans un secteur déformé parallèlement à la direction *armoricaine* de l'anticlinal du Pays de Bray. Dans la partie septentrionale, le drainage est dirigé vers le Nord (l'Yères et la Bresle). Ici en effet deux axes tectoniques, le synclinal de Preuseville et l'anticlinal de la forêt d'Eu dont la direction est *armoricaine* sur le territoire de la feuille Gamaches, ont un court prolongement qui paraît se rapprocher de la direction nord—sud dans la région étudiée.

HISTOIRE GÉOLOGIQUE

Bien que les terrains les plus anciens connus à l'affleurement appartiennent seulement au Portlandien, les forages pétroliers profonds exécutés dans le Pays de Bray et en particulier sur le territoire des feuilles voisines Forges-les-Eaux et Londinières permettent de reconstituer, au moins schématiquement, l'histoire de la région aux époques antérieures.

A la fin de l'ère primaire, les reliefs issus de l'orogénèse hercynienne sont érodés : c'est sur ce socle aplani que vers la fin du Trias ou de l'Infralias s'installent des lagunes où se déposent des sables, des argiles et des dolomies. Après un développement des incursions marines au Lias inférieur, une mer épicontinentale occupe la région dès

le Lias moyen. Sur un fond subsident, la mer dépose, pendant tout le Jurassique, un millier de mètres environ de sédiments argilo-carbonatés. A la fin du Jurassique supérieur, se produit une émergence générale de la région, annoncée au Portlandien par des dépôts détritiques à faune de milieu saumâtre (sables et grès à Trigonies).

Pendant tout le Néocomien et peut-être au Barrémo-Aptien, la région est parcourue par un réseau de chenaux fluviaux divaguants, aboutissant à des deltas ou à des estuaires en bordure d'un golfe situé au Sud-Est du Bassin de Paris ; il s'y dépose des argiles et des sables à passées ligniteuses (Wealdien).

Ce n'est qu'à l'Albien que la mer envahit franchement ce domaine pour y déposer des sédiments fins argileux et silteux.

Au début du Crétacé supérieur la mer nordique s'individualise, la sédimentation crayeuse commence à cette époque et persiste jusque vers la fin du Crétacé où la mer régresse (Maestrichtien). Au climat chaud et sec de la fin du Crétacé succède un certain rafraîchissement au début du Tertiaire. La mer nordique atteint et recouvre probablement au Thanétien supérieur la région étudiée ; cependant on doit noter qu'il ne reste ici que de rares dépôts identifiables de cet âge. Un mouvement tectonique notable, connu par les données géologiques des cartes voisines, provoque le soulèvement de l'anticlinal de Bray à la fin du Thanétien. L'histoire géologique est ensuite mal connue au Tertiaire, car il ne subsiste qu'en un point de la feuille des dépôts résiduels de la fin de l'Yprésien inférieur : dépôts détritiques sableux et à galets avellanaires, grésifiés par la suite. Les blocs de poudingues résiduels de cette époque contiennent une faune développée dans un contexte fluvio-marin. Aucun témoin de terrains tertiaires plus récents n'a été trouvé dans la région étudiée. Au Quaternaire, il se produit d'importantes variations climatiques : plusieurs périodes glaciaires séparées par de longs intervalles à climat tempéré ou même chaud. C'est alors que les formations à silex, déjà ébauchées après l'émergence au cours du Tertiaire, se sont principalement développées au sommet des terrains crayeux. Les vallées se sont creusées progressivement ainsi que la « boutonnière du Bray ». De fins dépôts éoliens (LP) se sont déposés lors de chaque période glaciaire, sur les plateaux et certains versants protégés des vents dominants.

DESCRIPTION DES TERRAINS

Les terrains affleurants se répartissent du Portlandien à l'Holocène avec quelques rares vestiges de terrains tertiaires.

Le reste du Mésozoïque reste peu connu car seuls quelques forages ont pénétré au sein du Jurassique supérieur.

JURASSIQUE

Portlandien

Les terrains portlandiens qui affleurent largement au cœur du brachyanticlinal du Bray y sont classiquement divisés en trois termes :

- j_{9a}. Portlandien inférieur : calcaire lithographique
- j_{9b}. Portlandien moyen : marnes, calcaires et grès
- j_{9c}. Portlandien supérieur : sables et grès à Trigonies

La limite Kimméridgien—Portlandien a été fixée à la base du calcaire lithographique, d'après les rares Ammonites qui y ont été localement rencontrées (*Stepheoceras gigas*, *Perisphinctes rotundus*).

En l'absence de repères paléontologiques, la microfaune ne permet pas, dans

l'état actuel des études, d'y faire des coupures précises et ce sont seulement des critères lithologiques qui permettent de faire ces distinctions.

Sur le territoire de la feuille Neufchâtel, le calcaire lithographique (j9a) n'a pas été retrouvé à l'affleurement, et seuls sont décrits ici les terrains du Portlandien moyen et supérieur.

j9b. Portlandien moyen. Marnes, marno-calcaires, grès, calcaires bioclastiques et lumachelles à *Exogyra virgula*. Sur la feuille Neufchâtel, la dispersion des points d'affleurement ne permet qu'avec difficulté la reconstitution de la séquence lithologique complète.

On peut en gros envisager la succession suivante, de bas en haut :

— grès gris verdâtre, lités, en gros bancs, visibles en particulier sous l'ancien moulin d'Hodeng. Ils renferment quelques petits galets de quartz roulés, des fragments d'ossements et de petites Huîtres ; en lame mince ils montrent des quartz hétérométriques, émoussés, brisés et quelques rares grains de glauconie, le tout pris dans un ciment spathique largement recristallisé ;

— marnes gris fer à gris-bleu avec lits de lumachelles à *Exogyra virgula* ; elles renferment une microfaune à affinités kimméridgiennes avec, en particulier, *Lenticulina uralica* et une microflore et un microplancton également d'affinité kimméridgienne (*Classopolis torosus*, *Spheripollenites scabratus*, *Gonyaulacista longicornis*, *G. nuciformis*, *Glossodinium dimorphum*, etc.) ; la fraction argileuse des marnes contient à parts à peu près égales, de la kaolinite, de l'illite et un minéral interstratifié illite-montmorillonite ;

— calcaire argileux et marnes jaune-beige et brunes comportant encore vers le bas quelques lits de lumachelles à *Exogyra virgula* et vers le sommet des bancs de calcaires sublithographiques gris-blanc. On y rencontre également des calcaires bioclastiques à ciment finement spathique (tranchée du chemin de fer au Sud de Neufchâtel) ; la microfaune comporte des formes d'affinité à la fois kimméridgienne et portlandienne avec : *Lenticulina uralica*, *Everticyclammina virguliana*, *Macrodentina* aff. *abbreviata*, *M. aff. decipiens* ; la microflore est caractérisée par la prédominance de *Classopolis* et montre également des affinités à la fois kimméridgiennes et portlandiennes. Comme dans les niveaux précédents, la fraction argileuse est constituée à parts à peu près égales de kaolinite, illite et interstratifié illite-montmorillonite ;

— grès gris-blanc, plus ou moins consolidés, à stratification oblique visible en particulier dans les anciennes carrières du bois des Pentès, où ils ont fourni le ballast pour la voie ferrée Paris—Dieppe ; en lame mince, ils apparaissent constitués de quartz en grains moyens (0,2 mm), bien classés, anguleux ; on y rencontre également de la glauconie et quelques fins débris de Bivalves, le tout pris dans un ciment calcaire finement spathique ;

— marnes plastiques bleu-noir, riches en petites Huîtres et renfermant quelques cristaux de gypse ; elles n'ont fourni qu'une microfaune peu caractéristique avec, en particulier, *Saracenaria alata angularis* ; l'analyse palynologique y a constaté l'absence de microplancton et une microflore où dominent les *Classopolis* et les *Spheripollenites* ; en cela, ces marnes annoncent la tendance régressive du Portlandien supérieur.

Sur la carte, certains de ces faciès ont été indiqués de façon ponctuelle par les lettres :

M : marnes

G : grès

C : calcaires

L'épaisseur totale visible du Portlandien moyen à l'affleurement est de 60 m environ sur le territoire de la feuille Neufchâtel.

j9c. Portlandien supérieur. Sables et grès à Trigonies. Ce terrain est difficile à observer dans de bonnes conditions dans le périmètre de la feuille Neufchâtel où il est souvent masqué par des colluvions. Ce sont des sables fins (médiane = 0,030 mm) ou des silts argileux, ocre ou rouges, parfois légèrement calcaires et glauconieux. Les

sables sont parfois consolidés en grès ocre ou rouge. On y observe quelques empreintes de Bivalves (*Pholadomya*, *Trigonia*).

Sur le territoire de la feuille, l'épaisseur du Portlandien supérieur atteint 20 mètres.

CRÉTACÉ INFÉRIEUR

n1-3. Néocomien de faciès wealdien. Sables fins, argiles et silts, à lits ligniteux. Le Wealdien affleure largement au sommet des collines au Sud et au Sud-Est de Neuville-Ferrières et Saint-Saire, ainsi que sur le flanc nord-est de l'anticlinal du Bray, entre Neufchâtel et Beaussault.

Il est en grande partie constitué de sables blancs ou jaunes, fins à moyens (médianes comprises entre 0,100 et 0,250 mm), à stratifications obliques ; ils montrent de fins lits bruns ou noirs ligniteux ou humifères. On y rencontre également des passées lenticulaires de silts gris et d'argile gris violacé.

L'analyse diffractométrique de ces argiles montre en général la prédominance de la kaolinite (40 à 60 %) sur la montmorillonite (30 à 40 %) et l'illite (10 à 20 %).

Les sables sont parfois consolidés en grès ferrugineux.

La grande carrière située au-dessus de Saint-Saire montre la superposition de quatre séquences élémentaires ; la base de chacune d'entre elles tronque le toit de la séquence sous-jacente ou y est emboîtée en chenal.

Les sables wealdiens résultent de l'accumulation de sédiments transportés et déposés par un réseau fluvial complexe dans une zone deltaïque ou marécageuse.

Dans le cadre de la feuille Neufchâtel, l'épaisseur du Wealdien peut dépasser 50 mètres.

n7. Albien. Argiles du Gault et Gaize non différenciées. Sur le territoire de la feuille Neufchâtel, l'Albien est entièrement représenté sous des faciès argileux reposant directement sur les sables wealdiens. Il y a ici une importante lacune correspondant aux Argiles panachées du Barrémien, qui se terminent en « biseau » plus au Sud (feuille Forges-les-Eaux), et aux Sables verts attribués à l'Albien inférieur, bien développés plus au Sud-Est et dont une partie au moins doit passer aux faciès argileux.

Vu le manque d'affleurements, aucune distinction n'a pu être faite sur la carte à l'intérieur de l'Albien. On peut toutefois déduire des quelques observations possibles la superposition des deux faciès suivants, sur le flanc nord-est de l'anticlinal :

— vers la base, argiles grises à gris-bleu, plastiques ; au point de vue minéralogique, on y note 50 % de kaolinite, 30 % de montmorillonite et 20 % d'illite : ce niveau représente le Gault ;

— vers le sommet, argiles gris-beige à gris verdâtre, à taches ferrugineuses, légèrement calcaires ; le spectre minéralogique y montre une teneur légèrement plus élevée en montmorillonite : ce niveau correspond plutôt à la Gaize, sous son faciès non typique habituel du Bray septentrional.

Sur la feuille Neufchâtel, l'Albien n'a pas livré de fossiles caractéristiques. Vers la base les argiles du Gault renferment une microfaune d'affinité albien moyen avec *Gavelinella* gr. *intermedia*, *Vaginulina costata*, *Haplophragmoides nonioninoides rotunda*, *Schuleridea jonesiana*, *Dolocytheridea basquetiana*, *Protocythere albae*. Dans les niveaux supérieurs on y a retrouvé : *Arenobulimina chapmani*, *Praeglobotruncana delrioensis*, *Protocythere harrisiana*, *Cythereis hirsuta* et *Matronella matronae*, d'affinité albien supérieur.

L'épaisseur totale de l'Albien est d'environ 40 mètres.

CRÉTACÉ SUPÉRIEUR

C1-2. Cénomanien. Craie argileuse grise à chailles, niveau glauconieux basal (non distingué dans les environs de Neufchâtel et dans la vallée de l'Aulne).

Le Cénomanien inférieur C₁ est représenté par le niveau caractéristique de la « glauconie », sable argileux et très glauconieux (glauconie parfois supérieure à 90 %) à l'extrême base, passant progressivement vers le haut à une craie glauconieuse. Dans la vallée de l'Aulne cet ensemble affleure à Clais où il est épais de 1 à 2 m avec seulement quelques décimètres de faciès meuble très glauconieux à la base.

Il en est de même non loin de là à Saint-Germain-sur-Eaulne où un forage (1-40) a traversé, à la base du Cénomanien, 1,6 m de craie glauconieuse et 0,8 m de sable argileux et glauconieux vert foncé à l'extrême base.

Ce faciès affleure également en bordure du Pays de Bray où il a été reconnu en outre par de petits forages.

La microfaune, rare et peu diversifiée à l'extrême base indique dans un échantillon prélevé à Clais un âge vraconien à cénomanien basal.

Le Cénomanien moyen et supérieur C₂ affleure largement dans la vallée de l'Aulne ainsi qu'en bordure du Pays de Bray. Dans la vallée de la Bresle on note quelques affleurements sporadiques à Bouafles. La craie de cet ensemble est généralement tendre, grise et argileuse, quelques lits plus indurés s'y intercalent. Des accidents siliceux (chailles) de formes variées, noirs à pourtour gris clair, sont disséminés irrégulièrement dans cette craie ; ils sont différents des silex habituels du Turonien et du Sénonien car la partie grise externe, épaisse de quelques millimètres à plusieurs centimètres, est siliceuse et carbonatée (craie partiellement silicifiée, solidaire de l'accident siliceux). Le sommet de la série est une craie argileuse particulièrement tendre sur plusieurs mètres d'épaisseur et pratiquement dépourvue d'accidents siliceux.

En pratique la microfaune (voir tableau Biostratigraphie) ne permet que difficilement de faire une distinction entre Cénomanien moyen et supérieur. La macrofaune n'a été que rarement observée : Rhynchonelles et fragments d'Oursins et d'Inocérames.

L'épaisseur du Cénomanien est de l'ordre de 60 à 65 mètres.

C3a. Turonien inférieur. Craie gris blanchâtre à lits indurés noduleux. La craie du Turonien inférieur, gris blanchâtre et moins argileuse que celle du sommet du Cénomanien, se différencie de celle-ci par la fréquence de petits bancs indurés, d'aspect noduleux (la base du Turonien peut être bien observée, entre autres, dans une carrière au Sud-Ouest de Saint-Germain-sur-Eaulne, en lisière nord d'un petit bois : $x = 538,98$; $y = 228,65$; $z = + 165$). Les nodules des bancs indurés sont souvent imprégnés ou colorés extérieurement par des oxydes de fer ocre. Dans la partie médiane du Turonien inférieur, des nodules indurés sont parfois disséminés irrégulièrement dans une craie plus tendre : leur couleur est gris blanchâtre et leur taille varie de quelques millimètres à plusieurs centimètres. La craie du Turonien inférieur, pratiquement dépourvue de silex, contient d'assez fréquents Inocérames (*I. labiatus*). Près du sommet de cette série crayeuse, une Térébratule a été trouvée dans la région de Clais ; il s'agit de *Concinnithyris cf. protobesa* Sahni. L'épaisseur de cette série varie de 15 à 20 mètres.

C3b. Turonien moyen. Craie argileuse grise à rares silex. La craie est ici très tendre et argileuse, grise à gris blanchâtre, avec quelques rares silex noirs dispersés dans des lits très espacés. On observe également quelques lits indurés à taches ocre d'oxyde de fer et quelques lits centimétriques ou décimétriques de craie très argileuse, grise et feuilletée. La macrofaune est rare ; une carrière au S.S.E d'Aubermesnil (vallée de l'Épine) a cependant fourni quelques Inocérames : *Inoceramus sp. ex. gr. lamarcki* Park.

L'épaisseur du Turonien moyen est de 25 à 40 mètres tandis que l'ensemble Turonien inférieur et moyen avoisine 50 mètres.

Cependant dans les collines immédiatement au Nord de Neufchâtel, ces deux subdivisions groupées du Turonien dépassent 70 m d'épaisseur.

C3c-4a. Turonien supérieur et Coniacien basal. Craie à silex, blanchâtre à lits indurés jaunâtres. Dans cet ensemble crayeux épais, les données de microfaune ne sont pas assez nettes pour délimiter le Turonien supérieur et le Coniacien basal par suite de l'existence d'une zone de passage entre les deux étages et d'une récurrence possible de la microfaune turonienne dans les couches de base du Coniacien. Cependant des critères lithologiques rappelant les caractéristiques des couches de base du Coniacien sur d'autres cartes de cette région, étayés ici par quelques indications dues à l'étude de microfaune, ont permis dans la vallée de la Bresle de tracer localement la limite de base hypothétique de la biozone *a* du Coniacien. Dans C3c-4a, la macrofaune est assez bien représentée avec des Brachiopodes : *Concinnithyrus* sp., *C. cf. albensis* (Leymerie) au passage Turonien-Sénonien près de Frettencourt, *Orbirhynchia dispansa* Pettitt (1954) dans le même niveau au Sud d'Aubéguimont, un Oursin à Abancourt : *Echinocorys gravesi* (Desor) et des Inocérames.

C3c. Turonien supérieur (biozone *ts*). La craie de cette subdivision est encore argileuse et grise à sa partie inférieure avec quelques lits indurés à taches ocre, assez espacés, et quelques lits de silex noirs épais de quelques centimètres à 10 cm (*). Cependant en montant dans la série la craie est moins argileuse, plus ferme, gris blanchâtre à blanchâtre. Les lits indurés noduleux et ferrugineux sont plus fréquents, de même que les lits de silex : ces derniers sont généralement noirs, parfois gris, avec une taille de quelques centimètres à 10 centimètres. L'épaisseur de C3c est d'environ 50 à 55 m dans la vallée de la Bresle.

C4a. Coniacien basal (biozone *a*) (distinctions locales dans la vallée de la Bresle). Cette subdivision appuyée par quelques renseignements de microfaune peu déterminants a été établie localement d'après des critères lithologiques rappelant ceux qui ont été observés sur le territoire des feuilles Gournay, Saint-Saëns, Gisors... ; fréquence des lits décimétriques de craie indurée, noduleux et ferrugineux, condensés ici dans une craie ferme à tendre sur 2 ou 3 m (4 à 5 lits indurés à Aumale, près du hameau de Blangiel et au S.S.E de Guémicourt) : présence dans les couches de base (Aumale uniquement) de lits siliceux noirs d'épaisseur centimétrique et longs de plusieurs mètres (critère marquant sur la feuille Gisors).

La limite de base a été placée à l'apparition d'un lit de silex remarquables, épais de 5 à 20 cm, à cortex épais blanc rosé ou même rose (en particulier coupe à l'Ouest de Neuville-Coppegueule). Ce lit de silex est situé sous le groupe de lits indurés et il persiste au long de la vallée de la Bresle de Neuville-Coppegueule à Aumale, mais n'a pu être reconnu ailleurs avec suffisamment de certitude.

La série C4a est épaisse de 15 m à l'Ouest du hameau de Blangiel (carrière ancienne au Sud de la route D 178) et elle montre, au-dessus des couches de base à lits indurés, une craie ferme ou tendre, blanchâtre avec lits de silex assez fréquents, noirs ou gris, de taille variant de 5 à 10 cm et atteignant exceptionnellement 20 centimètres.

TERTIAIRE. FORMATIONS RÉSIDUELLES A SILEX

e2. Thanétien. Sables en poches (indication ponctuelle près d'Auvilliers). Des sables fins jaunâtres épais de 2 m ont été observés dans une poche lors de travaux au Sud d'Auvilliers. Un cailloutis à silex verdis qui repose à la base des sables constitue, dans

(*) Parmi ces lits de silex, un lit singulier montre des silex à cortex rosé ou blanc rosé ; il est situé à 1 ou 2 m sous un lit décimétrique de craie très argileuse feuilletée. Ce lit de silex peut être observé à des cotes voisines dans deux carrières espacées de 4,6 km : carrière au Sud de Nullemont près du point coté 192 dans le val Binet et carrière immédiatement à l'Ouest du hameau d'Ormesnil.

le contexte régional, un argument suffisant pour attribuer les sables sus-jacents au Thanétien en l'absence de faune. Des sables ayant sans doute cet âge ont d'ailleurs été exploités dans des sablières anciennes assez dispersées sur les plateaux de Crétacé supérieur. Ces gisements qui correspondent à des poches karstiques de faibles dimensions (profondeur maximale de 5 à 8 m) paraissent tous épuisés, à l'exception peut-être de sables localisés dans un bosquet au Nord-Ouest de Beaucamps-le-Vieux (Sud-Ouest du bois Robart). Les silex verdis, mêlés aux formations à silex, ont été observés dans des poches karstiques sur la craie immédiatement au Nord de Neufchâtel (mont Ricard) en bordure du plateau ; ceci témoigne de l'extension ancienne de la mer thanétienne dans ce secteur.

● (83). **Blocs de poudingue à galets avellanaires, parfois fossilifères (Yprésien inférieur, faciès sparnacien supérieur).** De petits blocs de poudingues à galets avellanaires ont été observés dans les champs de la Plaine de la Pierre au S.S.E d'Auvilliers. Ces blocs épais et longs de quelques décimètres (un seul bloc observé de longueur métrique) contiennent des galets de silex bien roulés de taille moyenne centimétrique ; certains galets aplatis atteignent cependant 5 à 8 cm de long.

Le ciment gréseux de ces blocs a fourni des empreintes de : *Tympanotonos funatus*, *Cyrena cuneiformis* et des *Cerithidae*.

Ce faciès résiduel appartient à l'Yprésien inférieur (sommets du faciès sparnacien).

Les galets avellanaires résiduels provenant vraisemblablement de ce niveau stratigraphique yprésien sont abondants et mêlés à la formation à silex et aux limons à silex sur la Plaine de la Pierre déjà citée ; on les trouve également à 1 km au Nord-Ouest des blocs de poudingues dans les talus de la route NP 29 où ils sont mêlés à des colluvions très sableuses. Enfin quelques-uns de ces galets ont été observés sur le plateau à l'Ouest de Saint-Valéry-sur-Bresle (hameau de Hardonseille).

RS. Formation résiduelle à silex, solifluée sur les pentes dans une large mesure : silex inclus dans une matrice argileuse ou argilo-sableuse. La formation à silex provient de la dissolution de la craie en milieu continental et de l'accumulation sur place des silex résiduels.

Aux argiles qui composent essentiellement sa matrice dans la tranche inférieure s'ajoutent à la partie supérieure des éléments infiltrés dans les cavités du bâti de silex : sables et parfois petits galets de silex provenant du Tertiaire, ou même des limons argileux du Quaternaire. Cependant malgré ces apports étrangers qui se mêlent souvent à la matrice originelle, la taille assez grosse des silex permet de différencier cette formation peu remaniée, des biefs et limons à silex (B-LPS) souvent plus remaniés (ruissellement, etc.) et où la proportion des limons argileux ou argilo-sableux est plus importante, tandis que les silex sont alors très fragmentés.

A la partie inférieure de RS, la matrice est surtout argileuse, brune à brun chocolat ou même parfois brun-noir ; à la partie supérieure par contre la matrice argilo-sableuse est généralement brun-rouge. Les silex de la base, souvent entiers, sont peu cacholonnés et parfois recouverts d'un enduit noir ferro-manganique ; ceux de la partie supérieure, plus cacholonnés et blanchâtres sur leur pourtour, sont déjà plus ou moins fragmentés par les effets du gel au Quaternaire. La formation RS recouvre la totalité des plateaux turoniens où elle est souvent masquée par B-LPS ou par LP. Une observation au Sud d'Auvilliers a montré qu'elle existait également sous une poche de sable thanétien où elle s'est formée après le dépôt de ces sables marins. Dans ces différents cas, son épaisseur varie du mètre à 10 ou même 20 mètres à l'aplomb des poches karstiques.

Sur les replats crayeux du Cénomaniens, dégagés par l'érosion au cours du Quaternaire, on note également une formation à silex à matrice argileuse brune ; son épaisseur est d'ordre décimétrique (bordure du Bray, vallée de l'Aulne).

COMPLEXE DES LIMONS

B-LPS. Biefs et limons à silex. Silex fragmentés dans une matrice argilo-sableuse (biefs) ou limoneuse (limons à silex). Cette formation complexe groupe plusieurs composantes d'origines différentes :

— les biefs constituent la partie supérieure de la formation à silex souvent remaniée par un ruissellement local ou la cryoturbation. Les silex très fragmentés (cryoclastie) et abondants sont englobés dans une matrice argilo-sableuse et limoneuse brun-rouge ou grise ;

— les limons à silex correspondent généralement à des dépôts quaternaires antérieurs au Würm. Ils ont une couleur brune ou brun-rouge et n'ont pu être représentés sur la carte avec les limons LP auxquels ils appartiennent par suite de la fréquence des fragments de silex. Ceux-ci, dispersés ou répartis dans le limon en lits, fournissent un abondant cailloutis dans les champs où sont faites les observations.

Aux deux formations précédentes s'ajoutent les limons peu épais sur des replats où le labourage profond les mélange à des silex de la formation sous-jacente. Enfin sur les pentes faibles du plateau ou des versants, des colluvions limoneuses à silex, parfois épaisses, n'ont pu être différenciées des limons à silex. Ces diverses formations occupent des superficies notables sur le plateau de Crétacé supérieur qui domine le Pays de Bray ainsi que sur les replats des collines découpées par le réseau hydrographique de la Bresle.

L'épaisseur de la formation B-LPS, faible sur les replats occupés par les biefs (0,5 m à 1 m), peut atteindre plusieurs mètres dans le cas des limons et colluvions à silex.

LP. Limons indifférenciés (LP₃, LP₂, LP₁ : notations ponctuelles). Les limons dans le périmètre étudié correspondent principalement à des dépôts éoliens (lœss) mis en place au cours des périodes froides du Quaternaire. Ils couvrent en grande partie les plateaux peu étendus qui subsistent entre les vallées de l'Aulne, de l'Yères et de la Bresle et sont bien représentés en Picardie sur le plateau au Nord-Est d'Aumale. On observe également des limons en affleurements d'importance réduite sur les pentes des versants protégés des vents dominants : versants exposés au Nord ou à l'Est. Quelques coupes détaillées ont permis de faire une étude stratigraphique des limons et de distinguer les limons anciens notés LP₁ et les limons plus récents d'âge wurmien LP₂, LP₃.

Cette étude a montré particulièrement au niveau des limons du Würm moyen (Pléniglaciaire inférieur) qu'il existe de nets changements de faciès entre les limons déposés sur les plateaux ou les versants à pentes faibles et les limons déposés sur les versants à fortes pentes.

LP₁. Limons argileux bruns, antérieurs au Würm. Une coupe sur le plateau au Nord-Est d'Aumale a permis de reconnaître des limons anciens d'âge riss probable près de Montmarquet (talus de la route D 44 et sondage à la tarière à main : x = 560,860 ; y = 234,520 ; z = + 199).

On note ici de bas en haut, sur un substratum qui n'a pas été atteint par le forage :

0,10 m : limon gris,

0,50 m : limon brun assez argileux,

0,10 m : limon gris,

0,55 m : limon grisâtre à taches orange (sommet du sondage et base des affleurements),

0,40 m : limon à doublets fous,

0,70 m : limon brun feuilleté à taches grises,

0,15 m : limon brun argileux à revêtements de couleur marron sur les parois de fissures...

Ce dernier lit correspond à une partie tronquée du sol interglaciaire Riss-Würm.

La coupe montre que ces limons LP₁, de même qu'un niveau réduit de limons sus-jacents LP₂, sont recoupés par de grandes fentes de gel colmatées par un remplissage de limon au début du Würm supérieur.

LP₃, LP₂. *Limons wurmiens*

• LP₂. Limons gris ou bruns, à intercalations de cailloutis sur les versants. Würm inférieur à moyen.

• LP₃. Limon à doublets. Würm supérieur (ou Pléniglaciaire supérieur). Les limons wurmiens ont été reconnus au-dessus des limons LP₁ de la coupe déjà citée de Montmarquet, avec de bas en haut :

— LP₂ : 0,10 à 0,40 m, Würm inférieur à moyen. Limon orangé et granuleux dans un niveau d'épaisseur très irrégulière.

— LP₃ : 1,50 à 1,80 m, Würm supérieur. Le sommet des limons LP₂ est déformé par la gélifluxion ce qui correspond à une courte période de réchauffement, le niveau de Kesselt, daté en Europe d'environ 28 000 ans B.P.^(*). Ce niveau, parfois dédoublé en Normandie, constitue cependant un repère important dans les limons wurmiens. Il est recouvert ici par des limons à doublets puis par des limons argileux bruns. Les derniers limons déposés également au Würm supérieur ont été modifiés ultérieurement : texture, couleur, ... par l'altération holocène.

• *Coupe de Villers-sous-Foucarmont*. Près de ce village, une coupe et un sondage ont été réalisés dans le bas d'un versant à pente douce de la vallée de l'Hyères : x = 544,080 ; y = 237,360 ; z = + 140. Au-dessus d'un cailloutis de silex, on observe de bas en haut :

— LP₂, Würm inférieur :

- 0,40 m : limon léger, brun à traînées grises,

- 0,40 m : limon brun, un peu argileux, contenant quelques tubes noirs ferro-manganiques,

- 0,40 m : même limon, assez argileux avec un cailloutis de fragments de silex au sommet ;

Würm moyen :

- 0,70 m : limon à doublets, avec points noirs,

- 0,30 à 0,60 m : limon orangé, microfouilleté.

— LP₃, Würm supérieur : au-dessus des limons précédents déformés à leur sommet (niveau de Kesselt) on note :

- 0,15 à 0,45 m : limon à doublets flous avec un liséré de limon humifère gris au sommet, entrecoupé de petites fentes de gel (dédoublément du niveau de Kesselt ou niveau de Saint-Romain),

- 0,85 m : limon à doublets,

- 0,40 m : limon argileux brun : sol brun tronqué de l'Holocène.

On doit remarquer dans cette dernière coupe la présence de limons à doublets et l'absence de limons carbonatés au niveau du Würm moyen. Par contre à ce même niveau les limons carbonatés apparaissent, tandis que le faciès à doublets est absent dans une coupe au pied d'un versant à pente forte de la vallée de la Bresle : gisement de limon « en éperon » au Nord d'Aumale en x = 557,290 ; y = 231,510 ; z = + 120.

• *Coupe d'Aumale*. Les limons wurmiens de cette coupe masquent au niveau de la route D 49 un cailloutis de silex subémoussés (1 à 10 cm ou plus) qui appartiennent à une ancienne nappe alluviale d'âge riss probable. On observe ainsi de bas en haut :

(*) B.P. : *before present*, avant le présent.

- LP₂, Würm ancien :

- sur plusieurs décimètres : limon brun contenant de nombreux petits lits de fragments de silex : taille 0,5 à 3 cm,
- 1,9 m : limon brun-jaune feuilleté, non calcaire, à points noirs ferromanganiques ;

Würm moyen :

- 0,30 m : cailloutis dans un limon gris-brun (fragments de silex inférieurs à 4 cm),
- 0,60 m : limon calcaire gris-brun à structures feuilletées ou grumeleuses, contenant quelques fragments de silex centimétriques dispersés,
- 0,50 m : cailloutis dans un limon ocre : fragments de silex inférieurs à 5 cm,
- 0,80 m : limon calcaire gris à bandes orange, avec fragments disséminés de silex inférieurs au centimètre. On note un petit cailloutis dans la partie médiane,
- 0,20 m : limon ocre, avec un cailloutis à fragments de silex dispersés : taille inférieure à 2 cm,
- 0,40 m : limon calcaire gris à taches orange contenant de rares Mollusques : *Pupilla muscorum*. Petit sol gleyifié au sommet.

- LP₃, Würm supérieur : le sommet des limons LP₂ est déformé par la gélifluxion (niveau de Kesselt), puis il est recouvert par :

- 0,50 m : limon brunâtre à doublets peu nets (épais de 0,1 à 0,2 cm),
- 0,50 m : limon à doublets (0,5 cm) très irréguliers ; on distingue ici deux générations de doublets séparés par un très petit niveau d'érosion. Le sommet de ce niveau est également érodé (dédoublément du niveau d'érosion de Kesselt),
- 0,50 m : limon beige-jaunâtre à doublets jaunâtres et marron d'abord flous, puis nets à la partie supérieure où ils peuvent atteindre chacun une épaisseur centimétrique,
- 0,70 m : limon brun argileux avec quelques doublets peu nets (horizon de transition du sol holocène avec le limon sous-jacent),
- 0,70 m : limon argileux brun-rouge : horizon Bt du sol brun lessivé holocène.

Cette coupe est recouverte par 2,6 m de colluvions limoneuses brunes, contenant de petits fragments de silex.

COLLUVIONS

C. Colluvions indifférenciées. Ce sont des matériaux mis en place par le ruissellement et la solifluxion aux dépens des formations affleurantes du plateau ou de la partie supérieure des versants. Les colluvions de vallons et de versants n'ont pas été différenciées, car la transition est souvent insensible des unes aux autres. La nature lithologique de ces colluvions est très variable dans le détail : gravelles crayeuses (*presles*) au pied des versants de craie, limons argileux et parfois sableux ou crayeux avec des silex fragmentés en plus ou moins grande abondance ailleurs ; ces colluvions ont subi un transport plus considérable dans les vallons où le matériel peut être partiellement trié dans la partie en aval.

L'épaisseur des colluvions peut atteindre une dizaine de mètres dans les vallons et dans le bas des versants limoneux ; ailleurs elle varie rapidement de quelques décimètres à plusieurs mètres d'épaisseur.

ALLUVIONS

F. Notation ponctuelle : alluvions anciennes d'âge mal déterminé à Guémicourt : tuf conglomératique. Dans le talus de la route D 49 à l'Ouest de Guémicourt (Nord du hameau de Caqueville) on peut observer, à 5 ou 6 m au-dessus de la plaine alluviale et sur environ 10 m de long, un banc discontinu de tuf conglomératique d'épaisseur métrique. Le ciment de calcaire dur et de calcite emprisonne des galets de silex et des silex peu roulés variant de quelques centimètres à 10 centimètres. Ce niveau alluvial, d'âge mal déterminé, s'est vraisemblablement déposé ici au cours d'un stade interglaciaire au Quaternaire (Interglaciaire Riss-Würm ?).

RF. Alluvions résiduelles : cailloutis de silex, matrice de limon argilo-sableux brun. Des lambeaux d'alluvions anciennes résiduelles plus ou moins remaniées par colluvionnement ont été observés entre 10 et 30 m d'altitude relative sur les versants occidentaux de la vallée de la Bresle (Nord d'Aumale) et vers 10 à 15 m d'altitude relative sur des replats au Sud de l'Aulne (Sainte-Beuve-en-Rivière).

Dans la vallée de la Bresle, les galets de silex plus ou moins usés, souvent brunis, fragmentés et de taille variant de quelques centimètres à plus de 10 cm, se mêlent parfois à une matrice de limon argilo-sableux brunâtre. Leur épaisseur varie de quelques décimètres à plusieurs mètres. Dans la vallée de l'Aulne, les cailloutis de silex légèrement usés, parfois brunis et très fragmentés par cryoclastie sont accompagnés par quelques rares galets avellanaires provenant du Tertiaire ; ils sont emballés dans un limon brunâtre.

Fy. Alluvions wurmiennes de fond de vallée : cailloutis de silex. Des cailloutis de silex se sont généralement déposés dans le fond des vallées de cette région dans des conditions périglaciaires au Würm. Cependant aucune découverte connue de faune ne permet dans le cadre de cette feuille de préciser l'âge de ces dépôts. Les alluvions grossières, généralement masquées par les alluvions fines Fz, apparaissent en cartographie au niveau des ballastières où les alluvions fines ont été enlevées mécaniquement.

Dans la vallée de la Bresle où on note de nombreuses exploitations, l'épaisseur des cailloutis varie de 1 à 3 ou 4 mètres en aval d'Aumale. Un sondage dans la vallée de l'Yères a reconnu ces cailloutis sur 0,5 m, tandis qu'ils sont inexistantes à Saint-Germain-sur-Eaulne (sondage 5-200) ; plus en aval de cette vallée ils doivent cependant atteindre 1 ou 2 mètres.

Fz. Alluvions récentes : limons sableux, parfois tourbeux. Les alluvions récentes sont très généralement fines : limons souvent sableux et argileux parfois tourbeux, etc. Elles se sont mises en place depuis la fin de la période wurmienne ou tardiglaciaire jusqu'à la période actuelle. En vallée de la Bresle et de l'Yères elles atteignent 1 à 2 mètres et paraissent plus épaisses dans la vallée de l'Aulne où un forage (5-200) a traversé 4 mètres de limon argileux.

DÉPÔTS ANTHROPIQUES

X. Remblais (X notation ponctuelle). Les dépôts anthropiques : remblais ferroviaires, dépôts industriels ou communaux ont été représentés sur la carte. La notation ponctuelle X a été utilisée pour une part notable de ces dépôts qui sont d'importance réduite à l'échelle de la carte.

GÉOLOGIE STRUCTURALE

La région étudiée est traversée dans sa partie sud-ouest par une déformation importante du Bassin parisien, l'anticlinal du Bray, dont la direction NW-SE est dite *armoricaine*. Les études régionales ont montré que cette structure formée au cours du Paléocène (Thanétien supérieur) a eu des rejeux ultérieurs probables au cours du Tertiaire et même localement des réajustements tardifs au cours du Quaternaire.

Sur les plateaux et dans les vallées qui entaillent le Crétacé supérieur, les observations de terrain et surtout les données ponctuelles de microfaune, obtenues par l'étude des échantillons de craie, ont permis d'établir une esquisse structurale au toit du Turonien moyen (*cf.* carte).

En dehors des secteurs où le toit du Turonien moyen a pu être établi par l'étude de microfaune, les courbes ont été extrapolées en tenant compte des puissances suivantes :

- Turonien supérieur : 50 à 55 m dans la vallée de la Bresle,
- ensemble Turonien moyen et inférieur : 50 mètres sauf près de Neufchâtel où ce chiffre atteint 70 mètres,
- Cénomaniens : 60 à 65 mètres.

Sur ce document quelques failles et des déformations anticlinales et synclinales ont été tracées dans la moitié occidentale de la carte, tandis que la moitié orientale apparaît comme un monoclinal s'abaissant lentement vers l'Est ou le Nord-Est.

Failles à direction armoricaine

La principale est située en bordure de la boutonnière du Bray, près de Beaussault, Nesle-Hodeng avec un prolongement possible vers le Nord-Ouest dans les collines qui dominent Neufchâtel au Nord. En bordure de cet accident, le panneau nord-est est affaissé, tandis que les couches se redressent localement vers le Bray avec un pendage de plus de 15°.

Une autre faille dont la direction NW-SE est probable a été tracée au Sud-Ouest de Lucy grâce à l'étude de microfaune et aux observations sur le terrain. En bordure de cette faille c'est le panneau sud-ouest qui est affaissé : Turonien inférieur reconnu en carrière à 143 m d'altitude près de la ferme de Berneval, tandis qu'immédiatement au Nord de la faille le contact Turonien sur Cénomaniens apparaît très localement à la cote + 165 dans une carrière au bord de la RN 314.

Failles à direction NE-SW

Quelques petites failles orthogonales aux précédentes ont été observées : l'une en bordure du Bray qui affecte la série du Portlandien au Turonien. Au niveau de la limite Turonien-Cénomaniens, le panneau nord-ouest est affaissé d'environ 5 mètres (moins de 10 mètres).

Une autre faille de même direction a été tracée près de Lucy et Fesques où elle a été précisée localement par de petits forages à la tarière ; son rejet va de quelques mètres à 5 ou 10 mètres au plus, avec panneau nord-ouest affaissé.

Déformations anticlinales et synclinales

En dehors de l'anticlinal du Bray qui a déjà été cité, quelques déformations dont la direction de l'axe est voisine de celle du Bray ont été mises en évidence par l'étude de microfaune. Deux petits axes anticlinaux et un sillon synclinal ont été tracés immédiatement au Nord de Neufchâtel et de Nesle-Hodeng. En outre, bien qu'il n'ait pas été reconnu sur cette carte, un sillon synclinal de même direction NW-SE, parallèle à l'axe du Bray, pourrait exister entre Beaussault et Conteville, se prolongeant sur le territoire de la carte Forges-les-Eaux.

A l'Ouest, l'anticlinal de Londinières, déjà connu sur cette dernière carte avec une direction NW—SE, se prolonge ici dans la vallée de l'Aulne jusque vers Sainte-Beuve-en-Rivière.

Au Nord, les données de microfaune ont permis de confirmer la présence de deux déformations connues avec une direction NW—SE sur le territoire de la carte Gamaches.

Ces deux structures paraissent s'infléchir progressivement vers le Sud dans la région étudiée. L'axe du synclinal de Preuseville (carte Gamaches) recoupe ainsi le cours de l'Yères à Villers-sous-Foucarmont en passant immédiatement à l'Est d'Aubermesnil.

L'axe de l'anticlinal de la forêt d'Eu, dont le tracé n'est qu'approximatif (rares données de microfaune), traverserait Réalcamp en se dirigeant vers le hameau de la Neuville.

Enfin quelques légers sillons synclinaux de direction NE—SW ont été dessinés à partir des données de microfaune, mais aussi localement grâce à des directions de pentages observées dans les carrières de craie. L'un d'eux est situé près de Clais, tandis que l'autre, tracé de Nullefont au Nord-Est vers Graval au Sud-Ouest, est dans le prolongement de la petite faille NE—SW de Bouelles.

Si les accidents et les déformations à direction NW—SE parallèles à l'axe de l'anticlinal du Bray apparaissent comme des structures héritées de la tectonique tertiaire, il semble par contre que les petites failles et les légères déformations de direction NE—SW appartiennent à une autre époque tectonique. On pourrait avancer ici l'hypothèse d'une tectonique régionale modeste à la fin du Crétacé ?

OCCUPATION DU SOL

VÉGÉTATION

La carte étudiée couvre les hautes vallées de la Bresle, de l'Yères et de l'Aulne, les plateaux cultivés interrompus par de nombreux petits massifs boisés dont le plus important constitue la basse forêt d'Eu et une petite partie du Pays de Bray : la végétation la plus caractéristique de cette dernière région a été décrite dans la notice de la carte géologique Forges-les-Eaux.

Les formations végétales les plus riches sont nées à la faveur des affleurements de craie, au niveau des pentes du Pays de Bray et de la vallée de la Bresle. Cette dernière, par la richesse de sa flore, a depuis longtemps attiré l'attention des botanistes ; elle reste, à cet égard, le secteur géographique le plus varié de la carte.

Végétation des pelouses crayeuses

Les pelouses alternent, sur les pentes du Bray et surtout de la vallée de la Bresle, avec les champs et les bois. Certaines de ces pelouses ont une superficie assez considérable (région de Saint-Valéry, Quincampoix-Fleuzy, Mortemer, etc.) et sont probablement en l'état depuis fort longtemps. Souvent aussi elles n'occupent, entre les cultures et la forêt, qu'une étroite bande-lisière qui sert de refuge à de nombreuses plantes. Si, sur ces pentes, la culture régresse depuis le début du siècle (Ch. de Blangermont et J. Liger, 1964), par contre le pâturage se développe. Il serait d'ailleurs utile, sur certaines pelouses envahies par le brachypode (*Brachypodium pinnatum*), de pratiquer un pâturage très extensif.

La composition floristique est assez homogène et la dominance des graminées, comme les fétuques (*Festuca ovina*) et surtout le brachypode (*Brachypodium pinnatum*) qui forme souvent faciès, leur confère une physionomie particulière.

Les espèces les plus fréquentes, retrouvées également dans la vallée de la Seine, sont : la carline (*Carlina vulgaris*), *Hippocrepis comosa*, *Helianthemum nummularium*,

Campanula glomerata, *Phalangium ramosum*, *Vincetoxicum officinale*, *Cirsium acaule*, etc., des orchidées comme *Gymnadenia conopsea*, *Epipactis atropurpurea*, *Ophrys arachnites*, *Ophrys apifera*, *Herminium monorchis*, etc.

La présence de la pulsatile (*Anemone pulsatilla*), de la globulaire (*Globularia punctata*), de *Seseli libanotis*, etc. dans la partie supérieure de la vallée de la Bresle atteste une certaine xéricité de la région.

A l'inverse on trouve sur les pelouses des plantes qui, en d'autres régions, par exemple en amont de Rouen, sont sciaphiles et sylvatiques : *Euphorbia amygdaloides*, *Orchis purpurea*, *Viola hirta*, *Succisa pratensis*, *Teucrium scorodonia*, etc. Cette particularité doit être mise en relation avec les précipitations et la nébulosité. La pluviosité s'atténue vers l'amont. De même on rencontre assez régulièrement des espèces réputées hygrophiles, la plus remarquable étant la parnassie (*Parnassia palustris*).

Colonisation arbustive des pelouses

Elle se fait isolément ou par bouquets ; ce sont les mêmes arbustes qui constituent la lisière ou manteau de la forêt calcicole : le prunelier (*Prunus spinosa*), les viornes (*Viburnum lantana* et *V. opulus*), les cornouillers (*Cornus sanguinea* et *C. mas*), le noisetier (*Corylus avellana*), l'aubépine (*Crataegus monogyna*), etc.. Le chêne (*Quercus robur*) et le hêtre (*Fagus sylvatica*) préfigurent la forêt. Le genévrier (*Juniperus communis*) mérite une mention spéciale ; il abonde dans certaines pelouses en particulier à Saint-Valéry où il constitue une végétation remarquable.

Les forêts

Le hêtre (*Fagus sylvatica*) est généralement l'essence forestière dominante, associée aux chênes (*Quercus robur* et *Q. petraea*) qui peuvent dominer localement, au frêne (*Fraxinus excelsior*) et au merisier (*Prunus avium*), sur les sols les plus riches, etc.

Les principaux types forestiers sont les suivants :

- Une hêtraie calcicole, en relation avec les pelouses. Elle est fragile et menacée, donc souvent confinée en marge des grands massifs forestiers. C'est la forêt des rendzines avec *Mercurialis perennis*, *Helleborus foetidus*, *Mycelis muralis*, l'aspérule (*Asperula odorata*), le fusain (*Euonymus europaeus*), etc., plus rarement *Elymus europaeus*, *Cephalanthera pallens* ou *Actaea spicata*.

Un stade régressif, conséquence de l'exploitation intensive, est constitué par un groupement apparenté à la chênaie-frênaie. Néanmoins cette dernière peut être considérée comme potentielle sur les sols crayeux lourds, riches en argile. Les deux types sont difficiles à distinguer. Le hêtre est presque toujours présent ainsi que l'érable (*Acer campestre*). La strate herbacée, très riche, comporte notamment *Mercurialis perennis*, *Arum maculatum*, *Paris quadrifolia*, *Anemone nemorosa*, etc. L'abondance du noisetier (*Corylus avellana*) dans le taillis traduit une dégradation plus accentuée.

- Une hêtraie mésotrophe occupe les sols des plateaux limoneux. Son défrichement a donné l'essentiel des grandes terres de culture à betteraves et céréales. Plus pauvre en espèces que la précédente, elle se caractérise notamment par la ronce (*Rubus* sp.), la mélique (*Melica uniflora*), l'euphorbe (*Euphorbia amygdaloides*), le lamier jaune (*Lamium galeobdolon*), *Carex sylvatica*, le houx (*Ilex aquifolium*). Cà et là, notamment en forêt d'Eu, on observe l'androsème (*Hypericum androsaemum*) et, dans les layons forestiers, *Carex strigosa*.

Les coupes et le traitement en taillis sous futaie favorisent le chêne pédonculé (*Quercus robur*). Des chênaies-charmaies dérivent donc de la hêtraie. En plus des espèces précédentes, la jacinthe des bois (*Endymion non-scriptus*) y trouve son optimum. Sur les sols les plus pauvres le bouleau (*Betula pubescens*) apparaît fréquemment, traduisant en même temps la fréquence des coupes. Ces forêts, ainsi que les suivantes sont, cà et là, enrésinées (pins, mélèzes, épicéas, etc.).

- Une chênaie sessiliflore (*Quercus petraea*) occupe des surfaces restreintes sur les placages siliceux. On trouve dans le sous-bois le néflier (*Mespilus germanica*), la bour-

daine (*Frangula alnus*), le chèvrefeuille (*Lonicera periclymenum*), etc., et dans la strate herbacée, la canche (*Deschampsia flexuosa*) et la fougère-aigle (*Pteridium aquilinum*).

• Une aulnaie-peupleraie fragmentaire, le long des rivières et des ruisseaux. Les saules interviennent fréquemment parmi les hautes herbes dominantes comme l'angélique sylvestre (*Angelica sylvestris*), *Eupatorium cannabinum*, *Cirsium oleraceum*, *Filipendula ulmaria*, etc. La bistorte (*Polygonum bistorta*), très rare dans les prairies marécageuses, a été signalée près d'Aumale.

PRÉHISTOIRE

Le territoire couvert par la feuille est d'une richesse moyenne en gisements préhistoriques.

Le Paléolithique y est maigrement représenté et par des découvertes anciennes. Il s'agit de stations de surface (Clais, Foucarmont, Neufchâtel), de briqueteries exploitant les limons quaternaires (les Essarts-Varimpré, Conteville) ou de carrières ouvertes pour extraire des cailloux (Neufchâtel).

L'occupation néolithique est dense, en particulier dans la partie occidentale de la feuille où de nombreuses stations de surface ont été jadis explorées. Aucun de ces gisements n'a fait l'objet de fouilles méthodiques.

Pour l'âge du Bronze, on note une représentation anormalement forte des types de haches les plus anciens : haches plates (Bouelles, les Essarts-Varimpré, Lucy) ou haches à rebords (Aumale, Neufchâtel-en-Bray). En revanche, les instruments plus tardifs sont pratiquement absents.

LISTE DES GISEMENTS PRÉHISTORIQUES

Communes	Lieux-dits	Époque
Aubermesnil	entre les Érables et les Bulleux	Néolithique
Bouelles	les Hallais	Néolithique et âge du Bronze
Clais	Neuville	Paléolithique
Clais	Fresnoy-en-Val	Néolithique
Conteville	Le Campdos	Paléolithique
Les Essarts-Varimpré	Varimpré	Paléolithique et Néolithique
Foucarmont	le Haut-Fromentel	Néolithique
Foucarmont	Fond du Buc	Paléolithique et Néolithique
Neufchâtel	mont Ricard	Paléolithique, Néolithique Age du Bronze
Neufchâtel	le Bihorel	Paléolithique et Néolithique
Neufchâtel	Saint-Antoine	Néolithique
Neuville-Ferrières	Bois-Hatrel	Néolithique
Neuville-Ferrières	la Vallée	Néolithique
Saint-Germain-sur-Eaulne	la Mare	Néolithique
Saint-Pierre-des-Jonquières	la Trinité	Néolithique

DONNÉES GÉOTECHNIQUES

Les précautions à prendre pour les constructions sont variables suivant que celles-ci sont réalisées sur le plateau du Crétacé supérieur, sur les versants ou dans les fonds de vallée.

Sur le plateau, les difficultés sont liées à la présence de poches de dissolution d'importance très variable dans la craie ; ces dépressions karstiques ont un remplissage de formation résiduelle à silex (RS) accompagnée parfois de biefs et limons à silex (B-LPS), de limons plus ou moins argileux (LP) ou de sables tertiaires. La surface de construction peut ainsi avoir un soubassement hétérogène et il se pose des problèmes de tassements différentiels. La formation à silex RS, lorsqu'elle est homogène et épaisse, et la craie saine constituent de bonnes assises de fondations. Cependant il faut rappeler la présence, sur les plateaux, d'anciens puits d'extraction de la craie dont les orifices sont généralement comblés ; ces anciennes *marnières*, où il existe des chambres d'extraction horizontales à une certaine profondeur, provoquent parfois des effondrements localisés en période de fortes pluies.

Sur les versants qui bordent les plateaux crétacés, des problèmes de stabilité horizontale des terrains et de drainage viennent s'ajouter aux risques de tassements différentiels. Des glissements peuvent apparaître dans les terrains meubles en cas de surcharge (constructions lourdes sans ancrage suffisant dans un substratum stable) ou en cas de décompression (tranchées et affouillements trop profonds dans les terrains meubles : sables, colluvions et limons de pente...). Dans ces terrains un drainage soigneux des couches aquifères est indispensable.

Dans les vallées, les problèmes sont essentiellement dus aux terrains compressibles (alluvions fines) et à l'eau (nappe superficielle). Les risques de tassement amènent généralement des fondations spéciales pour les constructions et les ouvrages importants. Enfin, l'exécution de certains travaux de fouilles nécessite habituellement le rabattement de la nappe superficielle (soit par pompage direct et assèchement du chantier, soit par pompage dans le réservoir aquifère lui-même) et le maintien des parois d'ouvrages.

RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS

HYDROGÉOLOGIE

Climatologie. Le climat est de type océanique, c'est-à-dire tempéré et humide ; cependant la zone étudiée, comme le territoire couvert par les feuilles Forges-les-Eaux et Londinières, est moins arrosée que les régions situées plus à l'Ouest ; la hauteur de pluie annuelle est estimée à 750 mm. L'automne est la saison la plus arrosée (210 à 225 mm) et le printemps la plus sèche (150 à 160 mm). Il n'existe pas de poste thermométrique dans le cadre de la feuille, mais les mesures relevées à Dieppe, Forges-les-Eaux et Buchy permettent d'évaluer la température moyenne annuelle à 9,5°C. Les données permettent de calculer l'infiltration moyenne de l'eau dans le sous-sol, qui est de 270 mm ; ce calcul théorique donne un chiffre légèrement déficitaire, car en utilisant les mesures de débit des rivières on obtient 300 mm.

Eaux souterraines. Plusieurs niveaux aquifères ont été reconnus sur le territoire étudié :

- les terrains du Jurassique et du Néocomien,
- la craie du Turonien et du Cénomanién.

Les premiers affleurent au Sud-Ouest d'une ligne Neufchâtel—Beaussault dans la boutonnière du Bray. Cette nappe n'est exploitée que par des puits de ferme ou des

sources captées et elle est drainée par la Béthune. Elle ne représente dans l'état actuel des connaissances qu'un très faible intérêt économique.

La nappe de la craie par contre est intéressante ; en effet le réservoir atteint des épaisseurs importantes, jusqu'à 150 ou 170 mètres parfois sous la surface des plateaux, tandis qu'en vallée cette épaisseur est moindre ; dans certains cas la base de ce réservoir est même atteinte : vallée de l'Aulne à Clais.

La craie est un milieu à double porosité d'interstices et de fissures ; celles-ci se développent dans les vallons et vallées qui représentent des zones préférentielles pour le captage des eaux souterraines.

Les courbes hydro-isohypses tracées d'après les relevés effectués de mai à août 1973 permettent de délimiter les bassins versants souterrains de quatre rivières : la Béthune, l'Aulne, l'Yères et la Bresle. Les limites correspondent à peu près à celles des bassins versants topographiques.

Les fluctuations du niveau de la nappe sont très variables, de moins d'un mètre en vallée à dix mètres sous les plateaux (10 m à Graval, 9 m à Conteville, 15 m à Illois de 1974 à 1976).

Une quarantaine de sources ont été dénombrées dans le périmètre de la feuille. Les plus importantes sont celles de : Saint-Germain-sur-Eaulne, 24 l/s au 6/1/1972 (dossier 60.1.1), Marques avec 50 l/s au 26/4/1974 (60.3.10), Neufchâtel avec 34 à 154 l/s de 1950 à 1952 (60.5.15) et 3,3 à 20 l/s en 1952 (60.5.21), Saint-Germain-sur-Eaulne avec 22,5 l/s au 6/1/1972 (60.5.201).

Les pompages d'essais réalisés au moment du creusement des forages permettent d'apprécier les caractéristiques hydrauliques de l'aquifère. En plateau les débits obtenus sont faibles et ne dépassent pas 5 m³/heure. Par contre en vallées sèches et humides, du fait du développement de la fissuration, les valeurs sont beaucoup plus élevées : 20 à 150 m³/h avec des rabattements de 1 à 10 m, si bien que les débits spécifiques s'échelonnent entre 5 et 80 m³/h/m.

Les prélèvements effectués sur la nappe d'eau souterraine sont surtout destinés à l'alimentation humaine ; ils se montent à 1 550 000 m³/an. Les réseaux de distribution sont organisés en six syndicats intercommunaux d'adduction d'eau, tandis qu'une seule ville, Aumale, a un réseau autonome. Les prélèvements industriels sont faibles et le plus grand consommateur est la verrerie Boralex à Aumale (200 m³/j). Les prélèvements agricoles sont tout aussi négligeables et on a relevé six fermes principales où l'eau est utilisée pour un usage agricole notable ; en moyenne ils atteignent 5 m³/jour pour ces dernières exploitations.

Les eaux de la nappe sont de caractère bicarbonaté calcique, dures à assez dures. A l'exception de cette dureté, elles sont de bonne qualité chimique et bactériologique et conviennent bien à l'alimentation humaine.

SUBSTANCES MINÉRALES

grvs. Graviers siliceux. Les cailloutis de silex des alluvions de fond de vallée (Fy, alluvions wurmiennes) sont exploités dans la vallée de la Bresle sur une hauteur de 1 à 3,5 mètres.

lim. Limons. Les limons ont été exploités autrefois pour la fabrication des briques pleines et la construction de murs en pisé. Toutes ces exploitations sont abandonnées.

sab. Sables. Sur les plateaux des sables quartzeux fins d'âge thanétien vraisemblable ont été exploités autrefois pour la construction. Ces gisements limités aux dimensions de petites poches karstiques sont très généralement épuisés.

Les sables wealdiens (N1-3) siliceux et relativement fins sont ou ont été exploités de façon artisanale pour des besoins locaux. La seule exploitation ouverte au moment de l'établissement de la carte était celle située près du lieu-dit la Croix-des-Cloutiers, sur le territoire de la commune de Saint-Saire.

Grès. Les grès à ciment calcaire du Portlandien moyen (j_{9b}) ont été exploités jusqu'en 1914 dans les carrières du bois des Pentes (commune de Mesnil-Mauger). Ces grès ont été utilisés comme ballast au moment de la construction du chemin de fer de Paris à Dieppe.

cra. Craie. La craie du Crétacé supérieur est exploitée localement pour la fabrication de la chaux (Aumale) et pour les besoins de l'agriculture locale : amendement calcaire des terres ou *marnage*.

DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES

On trouvera des renseignements géologiques et des itinéraires intéressant la région dans le *Guide géologique régional : Bassin de Paris, Ile-de-France, Pays de Bray*, par Ch. Pomerol et L. Feugueur (2ème édition, 1974), Masson et cie, éditeurs.

COUPES RÉSUMÉES DE QUELQUES FORAGES

60-1-40 — **Saint-Germain-sur-Eaulne** (x = 540,25 ; y = 230,72 ; z = + 120)

0,00 à 9,20 m : Cénomanien crayeux

9,20 à 10,00 m : Glauconie de base du Cénomanien

10,00 à 14,00 m : Albien

60-2-1—**Preuseville 6 à Foucarmont** (1956) (x = 544,400 ; y = 239,835 ; z = + 110,10)

0,00 à 9,00 m : Colluvions limoneuses

9,00 à 64,00 m : Cénomanien

64,00 à 101,50 m : Albien (Gault)

101,50 à 159,00 m : Crétacé inférieur (argilo-sableux)

159,00 à 244,00 m : Portlandien

244,00 à 252,25 m : Kimméridgien

60-2-17—**Villers-sous-Foucarmont** (x = 544,60 ; y = 237,45 ; z = + 132)

0,00 à 1,70 m : Alluvions récentes

1,70 à 2,20 m : Alluvions de fond de vallée (graviers)

2,20 à 6,00 m : Crétacé

60-3-2—**Les Landes Vieilles et Neuves** (x = 548,24 ; y = 230,75 ; z = + 227)

0,00 à 7,20 m : Limon et formation à silex

7,20 à 158,00 m : Sénonien ?, Turonien et Cénomanien

158,00 à 165,50 m : Glauconie de base du Cénomanien

165,50 à 251,50 m : Albien (Gault)

251,50 à 268,00 m : Crétacé inférieur (sables et argiles)

60-5-39—**Saint-Germain-sur-Eaulne** (ferme de la Mare) (x = 538,45 ; y = 227,38 ; z = + 228)

0,00 à 19,00 m : Formation à silex

19,00 à 130,00 m : Turonien et Cénomanien

130,00 à 132,00 m : Glauconie de base du Cénomanien

132,00 m : Albien

- 60-5-187—**Preuseville 4 à Bouelles** (1956) ($x = 537,645$; $y = 225,025$; $z = + 115$)
0,00 à 2,00 m : Colluvions
2,00 à 14,00 m : Cénomaniens
14,00 à 82,50 m : Albien (Gault)
82,50 à 132,00 m : Crétacé inférieur argilo-sableux
132,00 à 136,50 m : Portlandien
- 60-5-200—**Preuseville 1 à Saint-Germain-sur-Eaulne** (1956)
($x = 540,970$; $y = 229,960$; $z = + 116,20$)
0,00 à 4,00 m : Alluvions limoneuses
4,00 à 81,00 m : Albien (Gault)
81,00 à 153,00 m : Crétacé inférieur (argilo-sableux)
153,00 à 250,70 m : Portlandien
250,70 à 385,00 m : Kimméridgien
385,00 à 389,95 m : Lusitanien
- 60-5-210—**Neuville-Ferrières** ($x = 537,80$; $y = 225,57$; $z = + 122$)
0,00 à 2,30 m : Colluvions
2,30 à 51,40 m : Cénomaniens
- 60-6-10—**Preuseville 3 bis à Beaussault** (1956) ($x = 543,930$; $y = 221,300$;
 $z = + 155,20$)
0,00 à 2,00 m : Colluvions
2,00 à 59,00 m : Turonien basal et Cénomaniens
59,00 à 133,00 m : Albien (Gault)
133,00 à 214,00 m : Crétacé inférieur (argilo-sableux)
214,00 à 282,60 m : Portlandien
- 60-6-85—**Preuseville 2 à Mortemer** (1956) ($x = 542,380$; $y = 226,370$; $z = + 162,70$)
0,00 à 2,00 m : Colluvions à silex
2,00 à 12,00 m : Turonien
12,00 à 67,00 m : Cénomaniens
67,00 à 140,50 m : Albien (Gault)
140,50 à 214,00 m : Crétacé inférieur (argilo-sableux)
214,00 à 314,00 m : Portlandien

BIBLIOGRAPHIE

- ABRARD R. (1937) — Les variations d'épaisseur des argiles du Gault dans le pays de Bray. *Bull. Soc. géol. Fr.*, t. 7, p. 53-55.
- ALLEN P. (1959) — The wealden environment : Anglo-Paris bassin. *Phil. Trans. Roy. Soc.*, n° 692, vol. 242, p. 253-346.
- BALAVOINE H. et POMEROL Ch. (1964) — Les associations de minéraux lourds des sables wealdiens, barrémiens et albiens dans le Sud-Est du Pays de Bray. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, fasc. 8, p. 335.
- BLANGERMONT Ch. de et LIGER J. (1964) — Végétation des pelouses crayeuses de la vallée de la Bresle (Seine-Maritime). *Rev. Soc. sav. Hte Norm.*, n° 36, p. 29-47, 2 tbl.
- BLONDEAU A. et al. (1964) — Influence de la tectonique du Pays de Bray sur les formations paléogènes au voisinage de sa terminaison orientale. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), VI, p. 357-367.

- BLONDEAU A. et al. (1967) — Néotectonique du Pays de Bray (Bassin parisien). *Rev. Géogr. phys. et Géol. dynam.*, 2, VII, fasc. 3, p. 197-204, Paris.
- BORDES F. (1954) — Les limons quaternaires du Bassin de la Seine, stratigraphie et archéologique paléolithique. *Arch. Inst. paléont. hum.*, mém. 26, Paris, Masson.
- CAVELIER Cl., CHÂTEAUNEUF J.-J. (1971) — Présence de microplancton kimméridgien remanié dans l'Yprésien au Sud du Bray. Preuve de mouvements tectoniques paléocènes. *Bull. B.R.G.M.*, (2), 1, 2, p. 63-64.
- COUTIL L. (1893) — Résumé des recherches préhistoriques en Normandie (époque paléolithique). *Bull. Soc. Normandie d'études préhistoriques*, 1, 1893, p. 34-140 et pl.
- DESTOMBES J.-P. et DESTOMBES P. (1938) — Sur l'Albien du Pays de Bray. *Ann. Soc. géol. du Nord*, LXIII, p. 119.
- DESTOMBES P. (1970) — Biostratigraphie des Ammonites dans l'Albien inférieur et moyen du Bassin de Paris. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 270, p. 2061-2064.
- GRAINDOR J. (1964) — L'axe du Bray au Quaternaire. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 258, 20 mai, p. 5015-5017.
- JUIGNET P. (1974) — La transgression crétacée sur la bordure orientale du Massif armoricain. Thèse état, université Caen.
- KLEIN Cl. (1970) — La surface de l'argile à silex. *Rev. Géog. phys. et Géol. dyn.*, 2, vol. XII, fasc. 3, p. 183-220, Paris, 1970.
- LAPPARENT A. de (1879) — Le Pays de Bray. *Mémoire pour servir à l'explication de la carte géol. détaillée de la France*.
- LAUTRIDOU J.-P. (1969) — Les lœss du Pays de Caux. *Mém. hors série Soc. géol. Fr.*, 5, p. 81-105.
- LAUTRIDOU J.-P., VERRON G. (1970) — Paléosols et lœss de Saint-Pierre-lès-Elbeuf (Seine-Maritime). *Ass. Fr. Étud. Quatern.*, 2-3, p. 145-165.
- LAUTRIDOU J.-P. et al. (1976) — Les lœss des feuilles Doudeville, Saint-Saens, Yvetot (Pays de Caux). *Bull. B.R.G.M.*, 2e sér., section 1, n° 1, p. 25-38.
- LEMOINE P., HUMERY R., SOYER R. (1939) — Les forages profonds du Bassin de Paris. *Ex. Mém. Mus. nat. Hist. nat.*, nlle série, t. XI, Paris, éditions du Muséum.
- OKHRAVI G.-A. (1965) — Étude sédimentologique des sables et argiles du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur du Pays de Bray. Thèse, Paris.
- POMEROL Ch. (1965) — Contribution à l'étude sédimentologique du Crétacé inférieur dans le Bassin de Paris, le Hainaut et le Sud de l'Angleterre. Colloque sur le Crétacé inférieur, Lyon (1963), *Mém. B.R.G.M.*, n° 34, p. 605-622.

SLANSKY M. et al. (1971) — Étude géologique détaillée du Crétacé supérieur et du Paléogène dans le sondage des Hogues (Eure). *Bull. B.R.G.M.*, (2), 1, 1.

Carte géologique à 1/80 000

Feuille *Neufchâtel* (20) :

1ère édition (1872), par A. de Lapparent,

2ème édition (1912), par P. Lemoine,

3ème édition (1939), réédition de la précédente,

4ème édition (1963), avec reprise des contours de la 2ème édition, sauf pour l'anticlinal du Bray dessiné d'après les levés de J.-P. Bouju, M. de Matharel, P. Bassompierre et J.-P. Destombes.

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 régulièrement les nouveaux travaux. Les documents peuvent être consultés :

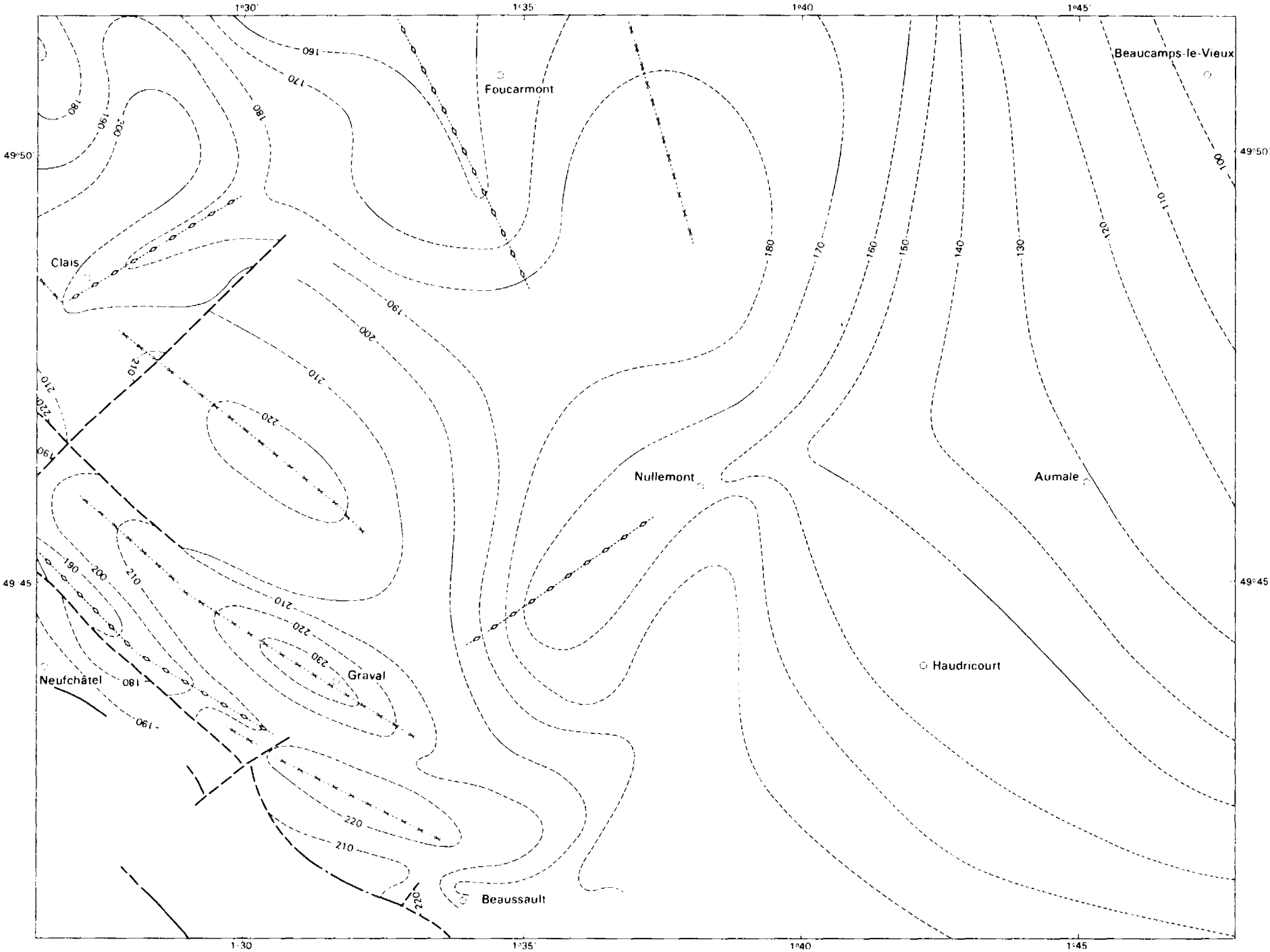
- pour le département de la Seine-Maritime, au S.G.R. Haute-Normandie, 18, rue Mazurier, 76130 Mont-Saint-Aignan ;
- pour les départements de l'Oise et de la Somme, au S.G.R. Picardie, 12, rue Lescouvé, 80000 Amiens ;
- ou encore au B.R.G.M., 6-8, rue Chasseloup-Laubat, 75015 Paris.

AUTEURS

Cette notice explicative a été rédigée par :

- G. KUNTZ : formations superficielles, Tertiaire et Crétacé supérieur de la région des plateaux, avec la collaboration de J.-P. LAUTRIDOU pour les limons,
- R. MÉDIONI : Jurassique, Crétacé inférieur et les formations superficielles du Pays de Bray,
- P. de la QUÉRIÈRE : hydrogéologie,
- P.-N. FRILEUX : végétation,
- G. VERRON : préhistoire.

Esquisse structurale au toit du Turonien moyen



- Courbe isobathe très probable
- - - Courbe isobathe possible
- Faïlle
- - - Faïlle probable
- × × × Axe anticlinal
- ○ ○ Axe synclinal

