

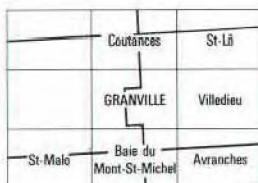


**CARTE
GÉOLOGIQUE
DE LA FRANCE
A 1/50 000**

GRANVILLE

GRANVILLE

La carte géologique à 1/50 000
GRANVILLE est recouverte par la coupure
COUTANCES (N° 44)
de la carte géologique de la France à 1/80 000.



MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE
ET DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
Boîte postale 6009 - 45060 Orléans Cedex 2 - France



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

par

F. DORÉ, L. DUPRET, J.P. LAUTRIDOU et P.HOMMERIL

1988

Éditions du BRGM – BP 6009 – 45060 ORLÉANS CEDEX 2 – FRANCE

SOMMAIRE

	Pages
INTRODUCTION	5
<i>ASPECTS GÉOGRAPHIQUES</i>	5
<i>HISTOIRE GÉOLOGIQUE</i>	7
DESCRIPTION DES TERRAINS	10
<i>TERRAINS PROTÉROZOÏQUES SUPÉRIEURS</i> (<i>BRIOVÉRIEN</i>)	10
<i>TERRAINS MÉTAMORPHIQUES</i>	18
<i>ROCHES PLUTONIQUES</i>	19
<i>ROCHES FILONIENNES</i>	20
<i>ILES CHAUSEY</i>	20
<i>TERRAINS PALÉOZOÏQUES (CAMBRIEN INFÉRIEUR)</i>	22
<i>TERRAINS CÉNOZOÏQUES</i>	24
GÉOLOGIE STRUCTURALE	30
<i>LA DÉFORMATION CADOMIENNE</i>	30
<i>LA DÉFORMATION VARISQUE</i>	35
SITES PRÉHISTORIQUES	36
RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS	37
<i>HYDROGÉOLOGIE</i>	37
<i>RESSOURCES MINÉRALES ET CARRIÈRES</i>	37
LITHOLOGIE SOUS-MARINE DE LA COUVERTURE MEUBLE	38
<i>BASES CARTOGRAPHIQUES</i>	38
<i>MÉTHODES CARTOGRAPHIQUES</i>	39
<i>CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DE LA RÉGION</i>	40
<i>DESCRIPTION GÉNÉTIQUE DE LA COUVERTURE SÉDIMENTAIRE</i>	41
<i>CONCLUSION. SYNTHÈSE SÉDIMENTOLOGIQUE</i>	44
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE	45
<i>DESCRIPTION D'ITINÉRAIRE</i>	45
<i>COUPES RÉSUMÉES DES SONDAGES</i>	45
<i>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES</i>	45
<i>DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES</i>	54
AUTEURS DE LA NOTICE	55

INTRODUCTION

La feuille Granville à 1/50 000 couvre un domaine continental situé dans le département de la Manche et un domaine maritime où affleure l'archipel de Chausey. Sur le socle arasé de la chaîne cadomienne –granitique à Chausey, schisteux et gréseux partout ailleurs– des dépôts grossiers et rubéfiés de la première transgression paléozoïque sont cependant conservés dans l'angle sud-est de cette carte (fig. 1).

ASPECTS GÉOGRAPHIQUES

Reliefs

Dans le domaine marin, les fonds n'atteignent qu'exceptionnellement l'isobathe -20 m. La grande île de Chausey émerge à + 24 m. En fonction de l'amplitude de la marée –la plus grande des côtes de France (13,94 m à Chausey, 15 m à Granville)–, le spectacle de centaines d'îlots émergeant par basse-mer et que prolongent des tombolos est particulièrement frappant(*).

Dans le domaine continental, des altitudes supérieures à 100 m sont relevées près de la limite orientale et méridionale du quart sud-est de la feuille, dans la couverture paléozoïque (cambrienne), les granitoïdes et leur auréole proximale de métamorphisme. La courbe isohypse + 70 m coïncide approximativement avec le contour des conglomérats cambriens, ceux-ci étant souvent sub-horizontaux.

Sous cette cote + 70 m, la dissection par l'érosion du Briovérien schisteux et gréseux, plissé par la chaîne cadomienne à la fin des temps précambriens, a abouti à un "relief en creux", à caractère bocager. La trame serrée du bocage granvillais dispense cependant une topographie localement ordonnée selon les plis N 60-70°E de la chaîne cadomienne.

Climat

Le climat océanique complexe de la Normandie, balancé entre des régimes cycloniques d'Ouest (un tiers de l'année), anticycloniques ou autres régimes perturbés, reflète sur le territoire de la feuille l'influence de la côte. En effet, si les vents dominants sont de secteur ouest, mais avec les plus fortes tempêtes Sud-Ouest ou même Sud, les courbes isohyètes (d'égale précipitation) 700, 800, 900 mm sont orientées Nord-Sud ; elle s'éloignent progressivement de la côte. Granville ne reçoit que 700 à 800 mm, répartis sur 160 - 170 jours annuels. La cartographie de la moyenne annuelle des 20 à 40 jours de gel (inférieure à 20 pour Granville) exprime la même répartition méridienne(**).

(*) Le lecteur intéressé trouvera un inventaire de la découverte de l'algueraie dans J. Cosson et Ch. Billard (1978).

(**) Cf. Atlas de Normandie, Institut de Géographie, Université de Caen.

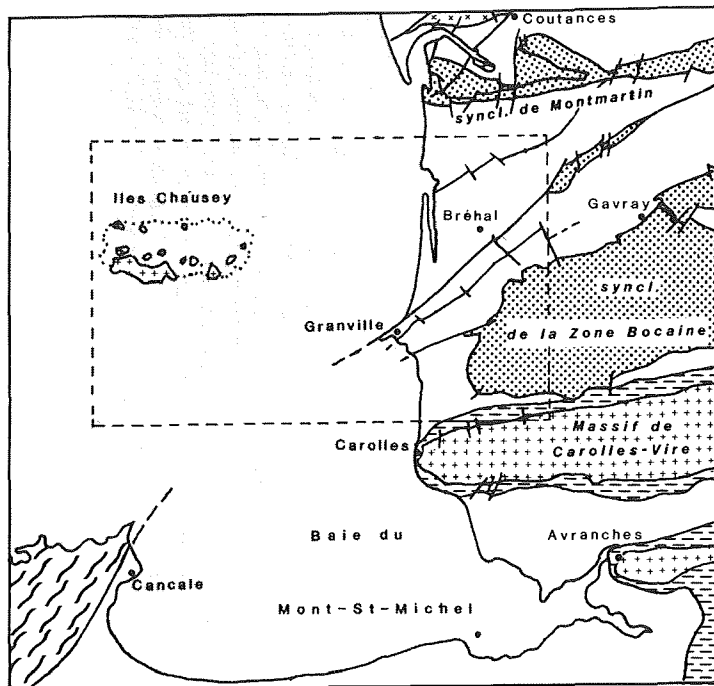


Fig. 1 - Situation de la feuille Granville
à 1/50 000

LÉGENDE

TERRAINS PALEOZOIQUES


 Paléozoïque indifférencié

SOCLE CADOMIEN


 Briovérien indifférencié

 Migmatites de Saint-Malo

 granites cadomiens

 auréole de métamorphisme
des granites cadomiens

 Diorite de Coutances

 limite de la feuille Granville à
1/50 000

0 5 10km

Organisation de la côte

La côte s'organise autour de l'éperon résistant des grès et conglomérats briovériens du cap de Granville (altitude + 40 m).

Au Sud, une flèche étroite de sable dunaire, à l'abri du massif de Carolles (feuille Le Mont Saint-Michel), dévie vers le Nord le cours du Thar, à sa sortie de la mare du Bouillon. Les stations balnéaires de Kairon et de Saint-Pair-sur-Mer (50 % de résidences secondaires) profitent des eaux relativement chaudes de cette partie orientale de la côte d'émeraude. Mais dès Saint-Nicolas-Plage, l'érosion positive se traduit par une côte de falaises vives se reliant au Roc de Granville.

Au Nord, une flèche sableuse, longue et large, issue du cap de Granville - Donville, refoule également vers le Nord les émissaires côtiers (ruisseaux de Bréville, de la Vanlée et du Pont-de-Bois). Le havre de la Vanlée (dit encore de Lingreville ; H. Elhai, 1963) sépare ainsi deux régions :

- une zone littorale de dunes récentes, à vallons herbus (les mielles) ; la végétation y est spécifique (*Cakile*, *Salsola*, *Atriplex*, *Agropyrum*, *Psammophylla*, *Eryngium*) ; outre la station balnéaire de Saint-Martin-de-Bréhal, des activités collectives, consommatrices de grands espaces, y sont implantées (golfs, hyppodromes, aérodromes, champ de tir) ;
- une zone orientale de sable plus ancien, où la fertilisation, initialement par la tangué, permet une culture vivrière active, se reliant progressivement à celle des falaises mortes en pente douce du pays briovérien.

Dans le havre de la Vanlée, une végétation halophyte couvre l'herbu et la haute slikke (*Spartina*, *Sueda*, *Salicornia*, *Obione*).

Les platiers rocheux découvrant à marée basse diffèrent également de part et d'autre du cap de Granville. Au Sud, le platier rocheux, proche de la côte, est quasi-continu jusqu'à Jullouville ; la pratique des pêcheries y est aujourd'hui abandonnée. Au Nord, jusqu'à Lingreville, le platier réduit à quelques îlots (Roches de Bréhal) s'éloigne du rivage ; des parcs à moules (les bouchots) y colonisent un vaste espace intertidal.

HISTOIRE GÉOLOGIQUE

L'histoire géologique des terrains correspondant à la feuille Granville ne rend compte que de façon fort partielle de celle de cette région septentrionale du Massif armoricain. Longue d'environ 600 millions d'années, elle comporte plus de lacunes que de témoins (les sédiments ou les roches intrusives). On se propose d'abord de la résumer, avant de s'attarder sur les étapes significatives qui ont marqué ce territoire.

L'essentiel de cette histoire se déroule au Précambrien supérieur (entre 600 et 540 Ma) avec les dépôts terrigènes et éventuellement volcaniques du Briovérien, une phase de plissement (la chaîne cadomienne) et des intrusions granitiques. Sur le socle cadomien ensuite érodé -la péninsule cadomienne- s'étalent des dépôts grossiers résultant de l'abrasion de la vieille chaîne (des piémonts) et datant du début du Paléozoïque. Ailleurs et à condition d'embrasser une région au moins égale au

Cotentin, sont conservés les terrains correspondant à cette ère, depuis le Cambrien jusqu'au Carbonifère. A la fin de cette dernière période, vers 300 Ma, le plissement majeur de la *chaîne hercynienne* (ou varisque) engage les terrains paléozoïques en ondulations anticlinales et synclinales, ainsi que le socle cadomien sous-jacent. L'érosion de la chaîne hercynienne aboutit encore à une pénéplaine où sont conservés de façon préférentielle des fonds de synclinaux varisques ; celui de la *Zone bocaine*, dont la carte figure l'extrémité occidentale, en constitue un exemple. Les ères secondaire et tertiaire ne se soldent par aucun dépôt régional daté. Après cette lacune de près de 230 millions d'années, de puissantes retouches morphologiques assorties d'une sédimentation marine et continentale (estuarienne, éolienne) relèvent de l'ère quaternaire (Cénozoïque terminal, à partir de 1,8 Ma), ou ère des glaciations, des premiers hommes, de leur culte (mégalthé).

L'histoire cadomienne, à l'origine de la structure régionale

Les dépôts les plus anciens du domaine de la feuille appartiennent au Groupe inférieur du Briovérien. Leur âge, incertain, est compris entre 600 et 585 Ma. La sédimentation terrigène se compose de siltites et de grès fins grauwackeux alternant en ensemble rubané (*formation de Saint-Pair*) et passant à un complexe plus gréseux, flyschöide (*formation de Hacqueville*). La sédimentation du Groupe supérieur du Briovérien ressortit à un flysch bien réglé où les intercalations de conglomérats sous forme de coulées de débris (*formation des tilloïdes de Granville*) témoignent de la surrection et de l'érosion de l'arc constantien et de l'intrusion de la diorite quartzique de Coutances vers 585 Ma (*cf.* feuille Coutances à 1/50 000).

La phase majeure régionale de la chaîne cadomienne, vers 550-540 Ma, se traduit par des plis de direction N 70°E à vergence nord, affectant l'ensemble des terrains briovériens du domaine actuel continental et sous-marin. L'intrusion de granitoïdes accompagnent ou terminent cette phase de plissement : la granodiorite de Vire et ses leucogranites de bordure (angle sud-est de la carte), ainsi que celle de Chausey, engendrent dans les schistes briovériens encaissants une auréole de recristallisation (dite auréole thermique), totale au niveau des cornéennes, partielle à celui des schistes tachetés. L'origine des magmas correspondants est à rechercher dans la fusion crustale de l'infrastructure de la chaîne.

Avec l'érosion de la chaîne cadomienne, la région a acquis l'essentiel de sa structure.

L'histoire varisque, un style mais peu de témoins

Antérieurement à la véritable transgression marine du Paléozoïque, ce sont des dépôts de piémont, de conglomérats et d'arkoses qui tapissent une pénéplaine cadomienne soumise à un climat rubéfiant. Leur épaisseur est faible dans le territoire de cette carte en raison de leur disposition subhorizontale. On ne s'autorise à leur attribuer un âge cambrien tout à fait inférieur qu'en raison de leur passage vers le haut à la *formation des Dalles de Campeaux inférieures*, série de grès et de schistes verts d'une transgression marine où la faune s'exprime par des traces fossiles diversifiées. Suit une sédimentation plus variée, mais celle-ci

n'est conservée que dans la partie plus complète du synclinal de la Zone bocaine située à l'Est (feuilles Villedieu et Vire) ; on observerait successivement : Dalles de Campeaux supérieures, Schistes et Grès rouges de Saint-Rémy, Grès de Montabot. L'âge des deux dernières formations reste indéterminé, antérieur, selon nous, au Grès armoricain normand.

L'Ordovicien, le Silurien et le Dévonien inférieur se sont vraisemblablement traduits par des dépôts régionaux ; la présence du dernier dans le prolongement de l'accident de Granville sur la feuille Villedieu (synclinal de Mesnil-Aubert) en témoigne. Leur absence locale est le fruit de l'érosion hercynienne.

La déformation de la chaîne varisque commence par une première phase dite bretonne, exprimée par une compression sub-méridienne et une distension est-ouest à l'origine de filons doléritiques peu représentés ici ; mais il en résulte une lacune régionale du Dévonien moyen ou supérieur.

Une seconde phase, plicative (vers 310-300 Ma), se traduit par deux directions : WNW-ESE comme dans la partie orientale de la Zone bocaine (hors-carte), SW-NE comme dans les synclinaux du Cotentin occidental. Cette dernière direction qui est celle de l'accident de Granville, et où se trouve pincé le Dévonien de Mesnil-Aubert, démontre la remobilisation du socle cadomien lors de la déformation varisque ; le déversement vers le Sud-Est des schistes briovériens au niveau et au Nord de Granville date de cette époque. Mais des portions de socle restent peu affectés : ainsi en est-il des dépôts cambriens (conglomérats et arkoses) du quart sud-est de la feuille, seulement soumis à une fracturation et des décrochements tardifs.

L'histoire de la chaîne hercynienne n'est pas terminée. Mais alors qu'ailleurs s'accumulent les produits de l'érosion, que la distension piège des bassins houilliers et canalise des venues basaltiques (bassin de Carentan), l'histoire de la région granvillaise tourne court avec l'acquisition d'une pléine où ne subsiste aucun dépôt.

Du Mésozoïque au Quaternaire : de la stabilité continentale aux oscillations climatiques

Une très longue période d'émersion et de stabilité continentale s'instaure durant tout le Mésozoïque et la plus grande partie du Tertiaire. Sur le territoire de la carte, les seuls témoins tertiaires sont des dépôts détritiques de glacia datés par corrélation avec des formations identiques de feuilles voisines (Saint-Hilaire-du-Harcouët, Domfront, Coutances à 1/50 000), de la fin de l'Eocène. La silicification de tels dépôts, vraisemblablement à l'Oligocène, laisse subsister des amas de blocs rencontrés dans le domaine nord de la carte.

Le Quaternaire est une ère courte (1,8 Ma) divisée en Pléistocène où alternent des stades de glaciation et de régression marine avec des stades de transgression interglaciaire, et en Holocène post-glaciaire. Ces phases ont modelé formes et dépôts continentaux : à titre d'exemple les loess, issus du fond de la Manche, se sont déposés sous les climats périglaciaires. Naturellement, le remaniement est tel que se trouve privilégiée la conservation des formations les plus récentes.

Sur le territoire de la carte, il subsiste peu de témoins du Pléistocène moyen et inférieur : lambeaux de basse terrasse de la Sienne et d'une terrasse marine (vers Lingreville) comme sur la feuille Coutances, d'âge anté-Eémien (dernier interglaciaire), probablement de l'avant-dernier interglaciaire.

Le Pléistocène supérieur est représenté, d'une part, par des sables éoliens : sables de couverture, pléniglaciaires, identiques à ceux reconnus en Flandre et aux Pays-Bas, localisés sur le littoral et passant vers l'intérieur à des loess de faciès normand, non carbonatés, parfois lités ("limons à doublets"). D'autre part, il subsiste des restes de formations marines de l'optimum du dernier interglaciaire (Eémien) au Sud de Granville et de la régression qui a succédé (fini-Eémien), sous forme de dépôts de barrière et de havres fossilifères sous les sédiments marins holocènes. Ces derniers comportent surtout des tourbes et dépôts lagunaires depuis 6000 BP avec des à-coups, dans la transgression flandrienne, vers 4000 BP et 680 BP, entraînant la rupture du cordon littoral de graviers et de dunes.

DESCRIPTION DES TERRAINS

TERRAINS PROTÉROZOÏQUES SUPÉRIEURS (BRIOVÉRIEN)

Généralités : le système Briovérien et sa stratigraphie (fig. 2)

Le système *Briovérien*(*) regroupe un ensemble de terrains surtout sédimentaires peu ou pas métamorphiques, reposant sur le socle métamorphique protérozoïque inférieur du *Pentévrien*, connu en Bretagne nord (J. Cogné, 1959) et dans la Hague, et recouvert en discordance par le Cambrien fossilifère (A. Bigot, 1925).

Au plan radiométrique, le Briovérien est cerné par l'âge de 650 ± 5 Ma d'un galet de granodiorite du conglomérat de Cesson (Guerrot *et al.*, 1986), base présumée du Briovérien, d'une part, et d'autre part par l'âge des granodiorites intrusives de la Mancellia : 540 ± 10 Ma (P. Pasteels et F. Doré, 1982). D'autres données concourent également à situer le Briovérien dans le Protérozoïque terminal, c'est-à-dire le *Vendien*.

L'indépendance du système Briovérien par rapport au Cambrien, à l'échelle du Nord-Est du Massif armoricain, résulte des observations successives de H. de la Bèche (1822), E. Hébert (1886), A. Bigot (1890), F. Doré (1969, 1984, 1985).

Compte-tenu des études récentes (J.J. Chauvel et J.W. Schopf (1978) ; G. Choubert et A. Faure-Muret, 1980 ; G. Choubert *et al.*, 1982 ; C. Mansuy, 1983), le microphytoplancton du Briovérien nord-armoricain est apparenté à celui du Protérozoïque d'Europe du Nord, mais il n'autorise pas, selon nous, d'attribution stratigraphique précise. Notons enfin que les traces fossiles s'avèrent rarissimes dans le Briovérien du Nord-Est du Massif armoricain.

(*) Ch. Barrois (1895) a désigné ainsi les "Schistes de Saint-Lô" dont le nom ancien "Briovera" est constitué des deux racines celtes Brio = pont, Vera = Vire.

La division en trois étages, subdivisés en formations, telle qu'elle a été proposée par M.J. Graindor (1957) était utile en son temps ; elle doit être abandonnée aujourd'hui, car l'ordre n'en n'est nullement assuré. La seule discontinuité sédimentaire importante du Briovérien est initiée par l'émergence de l'arc constantien (axe Coutances - Saint-Lô). Les fondements de la stratigraphie sont d'ordre sédimentaire : remaniement d'unités lithologiques identifiables sans ambiguïté (spilites, phanites) – et d'ordre structural : de part et d'autre de l'anticlinorium cadomien Coutances - Saint-Lô, répartition relativement symétrique et centrifuge de formations-sources et de formations de remaniement (spilites, phanites, flysch fin, flysch grossier à phanites et spilites remaniés).

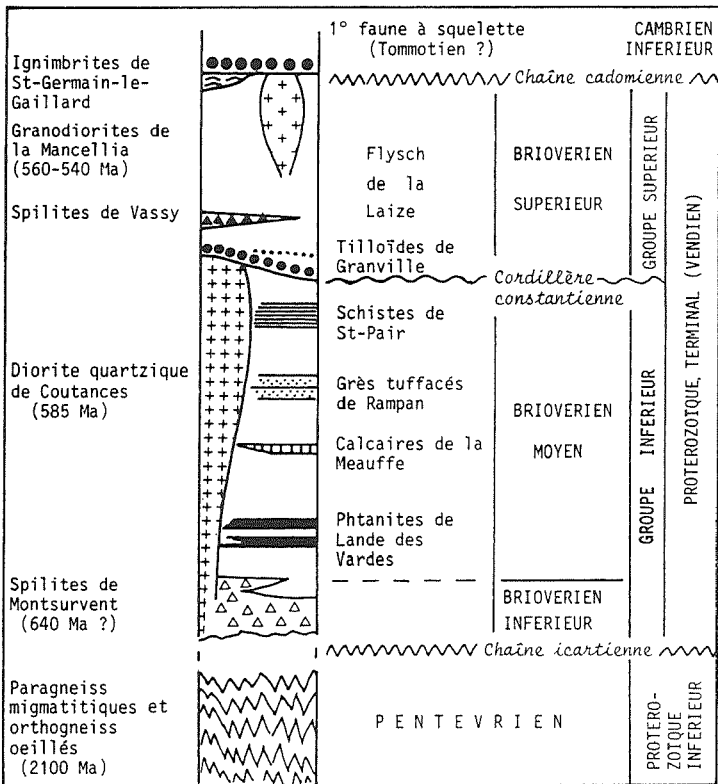


Fig. 2 - Le système Briovérien et la stratigraphie du Protérozoïque dans le Nord-Est du Massif armoricain

Selon la démarche stratigraphique actuelle (L. Dupret, 1984 et 1986 ; E. Dissler *et al.*, 1988), nous distinguons ainsi :

– un *Groupe inférieur du Briovérien* comprenant des formations volcaniques de signification géodynamique diverse et liées à l'évolution d'un arc insulaire (L. Dupret *et al.*, 1985), et des formations sédimentaires dont

l'ordre stratigraphique pourrait être : phtanites de la Lande des Vardes, grès tufacés de Rampan, schistes rubanés de Saint-Pair ;

– un **Groupe supérieur du Briovérien**, correspondant au flysch gréseux (Dangeard *et al.*, 1961 ; Garlan, 1985) et admettant des intercalations conglomératiques (les diamictites^(*)). Dans le bassin du flysch mancellien, la distension est confirmée par l'épanchement sous-marin des spilites tholéïtiques de Vassy (L. Dupret *et al.*, 1985).

Cette division en deux groupes du Briovérien est encore justifiée par l'intrusion syncinématique de la *diorite quartzique de Coutances* qui métamorphise certains termes du Groupe inférieur et non le flysch du Groupe supérieur. La datation U/Pb des zircons de la diorite (Guerrot *et al.*, 1986), avec 584 ± 4 Ma, constitue une base chronologique du Briovérien supérieur que l'on peut ainsi rapporter à la période *édiacarienne* (de 590 à 550 Ma).

C'est en s'appuyant sur ces bases générales de la stratigraphie du Briovérien nord-armoricain que la cartographie de la feuille de Granville a été réalisée. Les terrains briovériens y couvrent 75 % du territoire continental de la carte et la presque totalité du substrat rocheux masqué de sédiments meubles récents de la partie marine. Cinq formations sont reconnues ; deux sont attribuées au Groupe inférieur (formations de Saint-Pair et de Hacqueville), trois autres au Groupe supérieur (formations de Lingreville, de Granville et du Thar). Les contacts entre ces différentes unités, orientées NE-SW, sont le plus souvent tectoniques.

Groupe inférieur du Briovérien

Les formations de Saint-Pair et de Hacqueville ne remanient pas de phtanites. Ce critère est actuellement le seul qui permet de situer leur dépôt au cours du Briovérien inférieur, avant la surrection de l'arc constantien. Leur sédimentation s'effectuerait dans un bassin proto-mancellien, se développant en arrière de l'arc insulaire de Montsurvent, et latéralement aux schistes de Saint-Lô qui marquent la fin de l'histoire sédimentaire du Briovérien inférieur.

b2b. Formation rubanée de Saint-Pair (flysch schisteux). Cette formation constitue sur la carte deux bandes orientées NE-SW. Celle de Bréhal se suit depuis la vallée de la Sienne jusqu'à la côte, mais les affleurements sont rares et souvent de médiocre qualité. La seconde, plus étroite (2 km), s'allonge du Village-Gagneur vers Hudimesnil et Saint-Nicolas-Plage. Les affleurements côtiers qui s'étendent au Nord de Saint-Pair-sur-Mer représentent la coupe-type de cette formation schisteuse, remarquablement rubanée, plissée et intensément schistosée.

(*) Ce terme de *diamictites* désigne un sédiment terrigène, constitué de fragments non triés et de taille fort diverse (des sables aux blocs), emballés dans une matrice boueuse ; il ne préjuge aucunement de l'origine.

Les fines alternances silto-gréseuses, constituées de lits clairs d'arénites et de lutites sombres, lui confèrent son originalité sédimentaire. Les subfeldspathiques(*); ils renferment des grains anguleux de quartz (40 %), de feldspath (9 %), très peu de fragments lithiques (2 %). Leur grès (fig. 3) ont une composition de grauweekes grande immaturité de texture se reflète dans l'abondante matrice quartzo-phylliteuse (43 %) qui entoure les clastes.

Les siltites et argilites noires, à aspect lustré, dominent largement; elles contiennent essentiellement des minéraux phylliteux sous forme d'illite (59 %) et de chlorite (41 %), plus une phase quartzreuse très fine et de la matière organique (0,49 % de carbone). Toutes ces roches sont sillonnées de filonnets quartzeux souvent très fins.

Ces faciès lithologiques s'agencent en séquences granoclassées à phase basale surtout quartzo-feldspathique, évoluant vers une phase entièrement argileuse au sommet. Aucune figure sédimentaire ne s'observe dans cette série. Son rubanement si caractéristique ressort donc de l'empilement de ces séquences élémentaires groupées en faisceaux d'alternances centimétriques à décimétriques ou plus fines, millimétriques. Les bancs de grès massifs, d'épaisseur métrique, sont rares. Cette organisation résulte d'une accumulation de turbidites distales (Dupret, 1974), sans pouvoir érosif, plutôt que du dépôt de varves glaciaires, comme proposé par M.J. Graindor (1957) et M.M. Roblot (1962).

L'intense déformation entrave la reconnaissance des évolutions sédimentaires à plus grande échelle. Toutefois, dans la bande de Saint-Pair, le caractère arénacé des alternances s'affirme nettement vers le Nord, en s'approchant du contact avec la formation de Hacqueville. En l'absence de repères chronologiques, il demeure cependant impossible de savoir si cette évolution s'effectue spatialement par des dépôts concomittants —avec alors un gradient de distalité nord-sud—, ou bien temporellement en rapport avec une modification morphologique du bassin. Dans cette deuxième hypothèse, la série schisteuse du Sud pourrait être la plus ancienne.

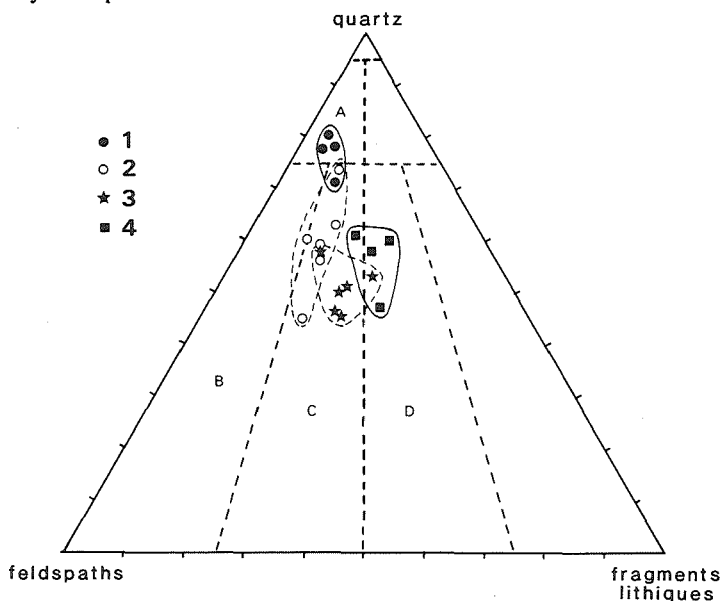
b2c. Formation de Hacqueville (flysch gréseux). Comprise entre les formations de Saint-Pair et de Granville, la formation de Hacqueville forme une bande étroite qui affleure surtout sur la côte, de part et d'autre de la cale de Hacqueville, depuis le port du Hérel jusqu'au Rocher. Elle se caractérise par l'association des trois faciès suivants :

- des bancs massifs de grès grauweekeux pouvant atteindre une dizaine de mètres de puissance, sans structure interne visible ;
- des alternances décimétriques de grès grauweekeux, de siltites et d'argilites organisées en séquences rythmiques granoclassées ;
- des niveaux de schistes noirs et quelques passées silteuses finement straticulées, minéralisées en sulfure de fer.

(*) Selon la terminologie de Pettijohn *et al.* (1972).

Les grès contiennent des grains peu usés et mal calibrés de quartz (35 %), feldspath (16 %), fragments de roches (7 %) et micas détritiques (4 %), noyés dans une matrice quartzo-phylliteuse (< 15 µm) abondante (35 %). Cette composition permet de classer ces roches dans la catégorie des grauweekes feldspathiques à grains lithiques (fig. 3).

Les alternances grésopélitiques correspondent à l'empilement de séquences élémentaires turbiditiques dans lesquelles la taille des grains varie progressivement, de la base au sommet, de 80 à 10 µm. Quelques figures sédimentaires de taille modeste s'observent à la semelle et au sommet des séquences : load-casts, flame-structures, rides de courant dissymétriques.



1 - Formation de Saint-Pair, 2 - Formation de Hacqueville, 3 - Formation de Granville, 4 - Formation du Thar; A : grauweekes subfeldspathiques; B : grauweekes feldspathiques; C : grauweekes feldspathiques à fragments lithiques; D : grauweekes lithiques à feldspaths

Fig. 3 - Composition des grauweekes briovériennes dans le diagramme quartz-feldspaths-fragments lithiques

Groupe supérieur du Briovérien

Les faciès de flysch gréseux résultent du démantèlement de l'arc constantien situé au Nord. Ils se déposent dans l'environnement marin profond du vaste bassin mancennien dont les sédiments concernant le territoire de cette carte occupent la partie nord-ouest. L'épaisseur de cette sédimentation synorogénique préluant au plissement cadomien est difficile à apprécier, vraisemblablement plusieurs milliers de mètres. Le cortège des minéraux argileux –le faciès à illite et chlorite– indique, pour l'ensemble du Briovérien supérieur, un climat anchizonal.

b2-3. Formation de Lingreville (flysch gréseux). Cette formation qui occupe la région nord de la feuille ne donne lieu qu'à des affleurements

médiocres en domaine continental, quoiqu'assez nombreux aux deux extrémités de la bande : vallée de la Sienne à l'Est, hameaux autour de Lingreville et de Goron à l'Ouest. Par grande marée (coefficient 100), elle affleure en deux ensembles de rochers situés respectivement face à Lingreville et à Bricqueville (roches de Bréhal) ; le hiatus d'affleurement dans la partie médiane laisse supposer une composition plus schisteuse.

Dans les deux ensembles rocheux en effet, les turbidites grauwackeuses dominent, associées à des siltites ardoisières noires. Les plis N 70°E observés témoignent d'un déversement Nord avec schistosité pénétrative plus développé en flanc inverse ; cette dernière n'atteint cependant pas le degré de flux observé dans les roches briovériennes du Groupe inférieur, la recristallisation de la matrice phylliteuse n'y étant en outre que partielle.

L'examen microscopique des ces grauwackes lithiques ou feldspathiques révèle le remaniement de spilites intermédiaires et basiques, ainsi que de volcanites acides. Des grains de phanite, finement laminés et à pigment brun de matière organique, s'y observent, mais rarement.

Bien que rangée dans le Briovérien supérieur en raison de la nature des clastes remaniés, la formation de Lingreville a reçu une notation b2-3 qui tient compte de l'incertitude de sa position stratigraphique vis-à-vis des formations de Granville et du Thar.

b3a. Formation de Granville (tilloïde). Dans la littérature géologique, cette formation doit sa célébrité à l'origine glaciaire longtemps soutenue pour le façonnement et la mise en place de ses matériaux (E. Wegman *et al.*, 1950 ; M.J. Graindor, 1954 et 1957 ; M.M. Roblot, 1962). Tôt contestée (E. Winterer, 1964), cette hypothèse n'est plus retenue dans les travaux récents sur le Briovérien (F. Doré *et al.*, 1985 ; T. Garlan, 1985 ; L. Dupret, 1986 ; E. Dissler *et al.*, 1988).

La formation de Granville, contemporaine de la formation du Thar, s'en différencie par la présence, dans sa partie orientale, de faciès conglomératiques interstratifiés dans la série schisto-gréseuse. La compétence de ces niveaux résistants conditionne la morphologie de la côte, avec l'avancée vers l'Ouest d'un étroit promontoir. Grâce à ses falaises et son plattier rocheux qui se suivent depuis Donville-les-Bains jusqu'à la pointe du Roc, le cap de Granville offre les meilleurs affleurements pour étudier cette série.

Trois faciès lithologiques s'y rencontrent :

- des alternances décimétriques à métriques de bancs silteux quelques fois laminés et de grès grauwackeux fins, granoclassés, renfermant de rares et minces passées calcareuses brunes, entièrement décalcifiées ;
- des diamictites massives, non stratifiées, constituées de galets hétérolithiques et très hétérométriques disséminés dans une gangue silteuse ;
- des niveaux lenticulaires de conglomérats et microconglomérats polygéniques granoclassés, pauvres en matrice.

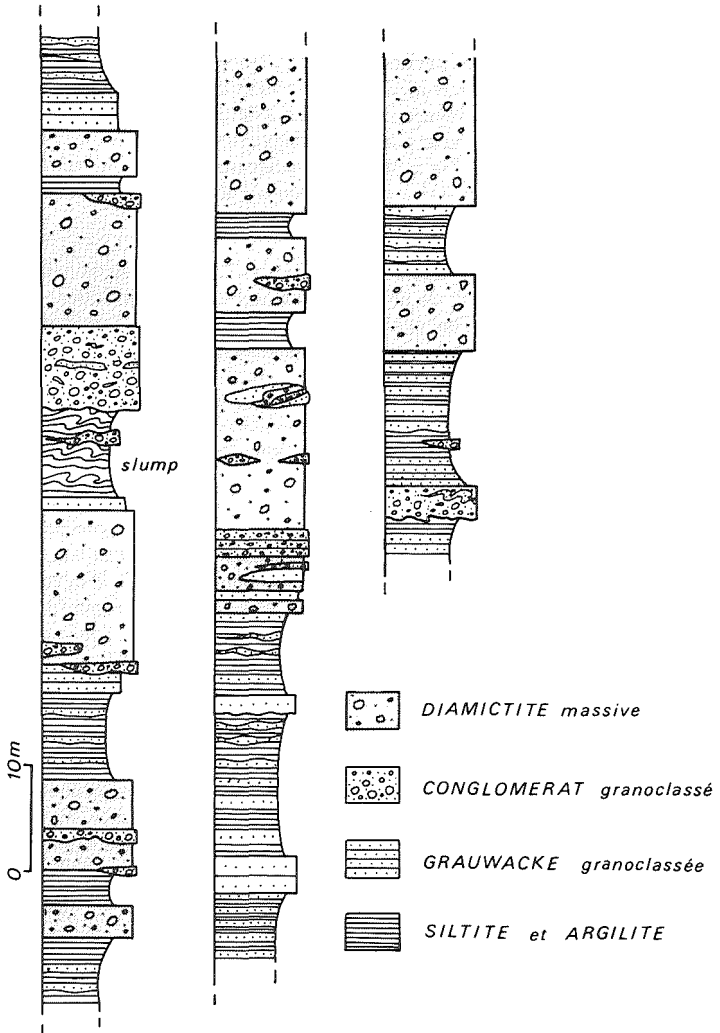


Fig. 4 - Exemples de successions lithologiques dans la Formation de Granville (Groupe supérieur du Briovérien), entre le Casino et Donville-les Bains

Les coupes lithologiques, réalisées sur l'estran de la plage de Donville et au Nord du Roc de Granville, montrent plusieurs bandes décamétriques de diamictites séparées par les alternances silto-gréseuses. Les lentilles métriques de conglomérats à granoclassement inverse puis normal ne représentent que 6 % de faciès grossiers, et s'intercalent indifféremment à la base, au sein ou au sommet des diamictites (fig. 4 et 5).

La granulométrie des éléments remaniés dans ces diamictites varie des graviers de quelques dizaines de millimètres jusqu'aux rares galets de 30 centimètres, la majorité ayant une taille comprise entre 3 et 10 cm. Des galets bien usés, sphériques ou ovoïdes, voisinent avec des formes polyédriques à arêtes émoussées. Ces morphologies sont dues en partie à la nature pétrographique très variée de ces galets.

Parmi les recensements effectués par divers auteurs (C. Barrois, 1886 ; G. Mathieu, 1943 ; M.J. Graindor, 1957 ; L. Dupret, 1974), on peut retenir : des galets de roches plutoniques (granitoïdes et microgranites), volcaniques (rhyolites, andésites, albitophyes et tufs), sédimentaires (phtanites, microquartzites, grès grauwackeux, siltites, brèches) et métamorphiques (cornéennes et schistes tachetés). La plupart de ces roches, que l'on trouve également remaniées en grand nombre (14 %) dans les grès, ont une origine régionale ; elles appartiennent au Groupe inférieur du Briovérien connu à l'affleurement plus au Nord (région de Coutances - Saint-Lô). On note aussi la présence d'intraclastes silteux issus directement du bassin de sédimentation.

L'origine glaciaire anciennement proposée est abandonnée car l'insertion de ces conglomérats dans les turbidites évoquent plutôt les séquences de resédimentation de cônes sous-marins profonds, mises en place soit par courants de débris s'accumulant en pied de talus (diamictites), soit plus ponctuellement par remplissage de chenaux (lentilles de conglomérats sans matrice). L'instabilité du milieu de dépôt est confirmée par le caractère lenticulaire des turbidites, l'existence de surfaces de ravinement à la base des diamictites, de slumps (cap Lihou) et de brèches intraformationnelles. De plus, aucun façonnement glaciaire n'est reconnu sur les galets ; la striation et les cassures observées par les auteurs antérieurs étant d'origine tectonique.

Ainsi la formation conglomératique de Granville correspond à l'environnement le plus proximal de la bordure septentrionale du bassin flysch mancennien.

b3b. Formation du Thar (flysch gréseux). Cette formation schisto-gréseuse, reconnue sur le continent dans la partie méridionale de la feuille, affleure remarquablement au Sud du bourg de Saint-Pair-sur-Mer, à l'embouchure de la rivière le Thar (Rochers Saint-Gaux, $x = 313,08$ et $y = 1130,40$) et sur l'estran largement étalé au Sud.

Elle se compose de grès grauwackeux et de siltites, de teinte verdâtre, associés en alternances régulières centimétriques à métriques, dans lesquelles s'intercalent de rares niveaux d'argilites noires.

Les grès immatures, à composition de grauwackes, sont formés de nombreux grains anguleux et mal classés de quartz (35 %), de feldspaths

potassiques (8 %), de plagioclases (5 %), de fragments de roches endogènes (9 %) et sédimentaires (5 %), de micas, le tout étant enrobé dans une matrice quartzo-phylliteuse très fine (31 %). Les grains lithiques remaniés dans ces grès comptent des phtanites, microquartzites et volcanites acides (rhyolites dévitrifiées et laves trachytiques), toutes roches appartenant au Briovérien inférieur régional.

Les siltites, matériau argilo-quartzeux à granulométrie fine, renferment une paragenèse phylliteuse à chlorite ferrifère dominante (40 %) et illite magnésienne (60 %).

Les argilites noires homogènes, souvent minéralisées en pyrite, sont intercalées localement dans la série silto-gréseuse. Ces roches très altérables n'offrent que très peu d'affleurements (Rochers Saint-Gaud).

Sur le plan sédimentologique, les alternances rythmiques de la formation du Thar s'organisent en séquences élémentaires granoclassées caractéristiques des turbidites ; 80 % des séquences-unités sont du type *ab* de Bouma (T. Garlan, 1985). Les surfaces inférieures de ces séquences portent l'empreinte de nombreuses et diverses figures sédimentaires : load, flute, groove, chevron, brush et rill-casts. Les figures érosives, caractéristiques des milieux proximaux de l'éventail sous-marin, indiquent un sens de paléo-courants vers l'W-SW. La présence de load-casts dissymétriques et de bancs de siltites à intraclastes gréseux (slump-balls) prouvent également l'instabilité du milieu de dépôt, proche du talus, avec une paléopente dirigée vers le Sud-Ouest.

TERRAINS MÉTAMORPHIQUES

Γb3b. Cornéennes et schistes tachetés. Au Sud du territoire de la feuille,affleure une auréole thermométamorphique d'une largeur moyenne de 1 000 m et développée par la granodiorite de Vire aux dépens du flysch briovérien supérieur (formation du Thar).

L'hétérogénéité de la roche-parent (siltite et grauwacke), ainsi que la présence d'une couverture loessique, n'a pas permis de tracer une limite entre schistes tachetés et cornéennes. La limite cartographique entre le flysch non métamorphique et les schistes tachetés correspond à la première apparition de blastes choriteux, visibles à l'oeil nu, dans les horizons silteux. Les schistes tachetés ont ainsi été reconnus, d'Ouest en Est, dans les localités suivantes : hameau Lézeaux ; calvaire de la D 109 (Nord-Est de Mesnil-Grimeult) ; au Nord de la cote 59, sur la D 143 (N-NE) de Saint-Pierre-Langers) ; forage de l'abbaye de la Lucerne.

Les cornéennes, plus proximales, sont des roches dures, en bancs sub-verticaux, orientées selon une direction moyenne N 65°E. Elles sont exploitées dans une carrière située au Sud de Mesnil-Grimeult (hors du cadre de la feuille). Même dans ces cornéennes, l'alternance sédimentaire siltite - grauwacke se perçoit encore par une concentration particulière des blastes de cordiérite dans les passées argileuses. Le faciès des cornéennes à hornblende se traduit au niveau de ces séquences pélitiques par la paragenèse suivante : cordiérite ovoïde d'une taille de 1 à 2 mm et pinnitisée, biotite brun-rouge en très petits cristaux, feutrage de chlorite et d'illite.

Relations entre blastèse et schistosité: la granodiorite de Vire —comme celle d'Avranches— avec son orientation est-ouest est clairement sécante et intrusive par rapport à la direction régionale N 60°E des plis cadomiens.

A l'échelle de la lame mince, il s'observe que les blastes millimétriques de cordiérite recoupent une trame fine synschisteuse de chlorite et d'hydromicas. Les cordiérites, toujours déstabilisées, sont localement cisailées. La biotite n'apparaît pas orientée.

Avant de conclure au caractère syn- ou tarditectonique de la granitisation cadomienne, il s'avèrerait nécessaire de distinguer ou non une déformation locale strictement liée à l'intrusion granitique. Les matériaux de la feuille ne se prêtent pas à une telle analyse.

Signalons enfin que des relations similaires blastèse - schistosité ont été relevées à propos de la même ceinture thermique sur les coupures voisines à 1/50 000 : feuilles Avranches (C. Langenin *et al.*, 1984) et Vire (L. Minoux *et al.*, 1987).

ROCHES PLUTONIQUES

Les granitoïdes cadomiens n'affleurent qu'à l'extrême sud-est du territoire de la feuille, ainsi que dans les îles Chausey. Ils appartiennent au vaste batholite de la Mancellia, intrusif dans le Briovérien supérieur.

γ¹. Leucogranite alcalin de Saint-Pierre-Langers. Ces petits stocks de leucogranites sont insérés entre la granodiorite de Vire et les cornéennes. Le leucogranite affleure à l'Est de Saint-Pierre-Langers, au Sud des hameaux de Monteil et de la Malenfandière. La roche y est altérée mais les carrières de la butte des Rochers, situées immédiatement au Sud de la limite des feuilles Granville et Mont Saint-Michel, permettent de définir un granite de teinte claire, isogranulaire (1 à 5 mm) dont les variétés jaunâtres, légèrement altérées, étaient très appréciées pour la construction.

Analyse modale de 6 échantillons (J.P. Laouenan, 1983) : quartz (33 %), orthose perthitique (46 %), albite An₇ (9 %), biotite (3 %), muscovite (5 %), minéraux d'altération (pinnite et phyllites diverses, 2 %), 2 % étant enfin constitués par la tourmaline toujours présente, l'andalousite en gros cristaux automorphes, la cordiérite très altérée, une variété vert-bouteille de spinelle (gahnite) et de rares minéraux accessoires (zircon, apatite, sphène). Du grenat figure dans les résidus de batée.

Analyse chimique du leucogranite de la carrière des Rochers (M. Jonin, 1981) : SiO₂ (75,8 %), Al₂O₃ (13,48 %), Fe₂O₃ total (1,1 %), MgO (0,03 %), CaO (0,35 %), Na₂O (3,85 %), K₂O (4,27), MnO (0,02 %).

γ⁴. Granodiorite de Vire. Le tracé du contact du leucogranite et de la granodiorite de Vire dans l'angle sud-est de la feuille n'est proposé qu'avec incertitude en raison de l'arénisation. La granodiorite se développe largement au Sud (*cf.* feuilles Mont Saint-Michel et Avranches à 1/50 000 pour sa description). Rappelons cependant que la granodiorite à cordiérite de Vire est la seule intrusion du batholite mancélien ayant fait

l'objet d'une datation U/Pb (sur des monazites) ; l'âge de 540 ± 10 Ma obtenu constitue un repère chronologique important pour la limite Précambrien/Cambrien dans le Massif armoricain (P. Pasteels et F. Doré, 1982 ; F. Doré, 1984).

ROCHES FILONIENNES

Σ β. Dolérite. Au Nord-Ouest de Lingreville, en limite avec la feuille de Coutances à 1/50 000 où il a été exploité, se trouve un filon d'une roche mésocrate, à grain fin, à texture intersertale. Au microscope, un réseau de lattes de plagioclase damouritisé et de minéraux ferro-magnésiens chloritisés, enferme des plages de micropegmatite où figure également le quartz ; on peut voir dans cette roche un faciès différencié de dolérite.

ν^2 . Lamprophyre. Deux témoins d'un filon lamprophyrique orienté N 60°E ont été observés à 5 km au Nord-Est de Bréhal, au Nord et à l'W-SW de la Jourdanière. La roche, très altérée, montre un réseau de biotite et d'un matériel ferromagnésien déstabilisés, des plagioclases damouritisés, quelques feldspaths alcalins. Compte-tenu de l'altération, l'attribution de ce filon à un lamprophyre est problématique. Une auréole thermique s'est développée à son contact, car des blocs de schistes tachetés se rencontrent dans l'épandage de solifluxion du hameau de la Coquerie.

Q. Quartz. La ville de Granville est traversée par un filon de quartz blanc-laiteux, orienté N 45°E et qui peut être suivi sur une distance de 5 km entre la commune de Longueville au Nord-Est et les rochers littoraux du Loup au Sud-Ouest. La puissance de ce filon atteint près de 100 m dans le tronçon situé au Nord de la rivière du Boscq où il a été exploité dans plusieurs carrières.

Deux autres filons de quartz ont mérité d'être cartographiés : (1) au lieu-dit La Crête, au Nord de la plage de Saint-Nicolas ; (2) à cheval sur la limite leucogranite - cornéennes, dans l'angle sud-est de la carte. Signalons enfin que des formations du Groupe inférieur du Briovérien, telle la formation de Saint-Pair, contiennent d'innombrables filonnets de quartz.

ILES CHAUSEY

Le massif granitique des îles Chausey appartient au pluton finicadomien de la Mancellia. L'étude de M. Jonin (1978 et 1981), à laquelle est empruntée la présente description, montre que le massif est constitué principalement par une granodiorite avec injection centrale d'un granite porphyroïde tardif. L'extension du massif sous la mer correspond approximativement à l'isobathe -10 mètres de la carte marine. Les terrains briovériens encaissants n'affleurent jamais ; ils ont été rapportés au Briovérien moyen par M.J. Graindor et M.M. Roblot (1976). Des études radiométriques anciennes (méthode Rb/Sr) avaient donné des âges de 540 ± 20 Ma pour la biotite (Leutwein *et al.*, 1968) et 461 ± 80 Ma pour le microcline (M.J. Graindor et G.J. Wasserburg, 1962).

γ^4 . Granodiorite. Constituant principal des îlots de Chausey et en particulier de la Grande Ile située au Sud-Ouest, la granodiorite est une roche

gris-bleuté, isogranulaire, montrant localement une texture planaire (pointe de la Tour, Sud-Est de la Grande Ile) orientée N 90-100°E comme celle des granodiorites mancelliennes du continent. Localement, s'observe une cataclase au voisinage des failles matérialisées par des chenaux du Sund (N 130°E) et de Beauchamp. La granodiorite est la seule roche qui ait été exploitée dans l'archipel.

L'analyse modale moyenne s'établit comme suit : quartz (31,5 %), microcline (15 %), oligoclase - andésine (38,5 %), biotite (14,5 % ; souvent chloritisée et avec inclusions de rutile), auxquels s'ajoutent muscovite secondaire, zircon, apatite. Différence importante par rapport à la composition des granodiorites de la Mancellia, la cordiérite est absente dans les îles Chausey.

La composition chimique moyenne des granodiorites (analyste : J. Cotten, Brest) s'apparente à celle du massif de Vire : SiO₂ : 69 %, Al₂O₃ : 14,67, Fe₂O₃ total : 3,46, MgO : 1,71, CaO : 1,98, Na₂O : 3,47, K₂O : 4,01, TiO₂ : 0,50, P₂O₅ : 0,16, MnO : 0,06, H₂O⁺ : 0,43, H₂O⁻ : 0,25.

Les enclaves, d'ailleurs identiques à celles du granite porphyroïde central, relèvent de trois types : enclaves de cornéennes, enclaves de roches éruptives, enclaves surmicacées. Les premières sont rares. Les enclaves claires et plus nombreuses de diorite quartzique à apatite aciculaire sont bordées à l'extérieur par une frange de biotite. Les enclaves surmicacées sont extrêmement abondantes, de taille variable (centimétrique ou décimétrique), à texture souvent gneissique ou microplissée. La fréquence des minéraux alumineux - sillimanite, andalousite, corindon - invite à adopter pour la granodiorite de Chausey un modèle de genèse identique à celui de l'ensemble des granodiorites de la Mancellia soit une souche à composition crustale majeure (A. Autran *et al.*, 1983 ; P. Graviou, 1984).

Les filons traversant la granodiorite ont une faible épaisseur (< 1 m) ne permettant pas leur cartographie. Les filons d'aprites - pegmatites sont les plus nombreux et fréquemment orientés N 70°E avec un pendage subvertical. A l'îlot du Chapeau (partie occidentale de la granodiorite), un filon est uniquement constitué de quartz et de grandes baguettes de tourmaline. Des filons leucocrates à structure variable semblent localisés dans la granodiorite : un leucogranite à rares mégacristsaux de feldspath potassique s'observe dans la Grande Ile au Nord du village des Pêcheurs, ainsi que dans la Petite Huguenan (Sud-Est de la granodiorite centrale) ; des aprites porphyriques à mégacristsaux de microcline perthitique et quartz automorphe sont signalées au Sémaphore de Gros Mont et au Petit Chapeau ; enfin des filons de granite porphyroïde à mégacristsaux de feldspaths potassiques abondants sont injectés dans la granodiorite des îlots de la Roche Hamon et la Grande Mauvaise.

pγ. Granite porphyroïde. Ce granite constitue une intrusion tardive au coeur de la granodiorite centrale. Bien que fort altéré, il affleure dans les îlots du Grand et du Petit Romont, de la Grande Fourche et de la Saunière. Le contact avec la granodiorite peut être observé au Sud-Est de l'îlot du Petit Romont.

M. Jonin en fournit la *composition minéralogique* suivante : quartz (31,5 %), microcline perthitique (26 %), oligoclase Ang.9 (26 %), biotite

(11 %), muscovite (5 %) ainsi que zircon, apatite, minéraux opaques. Des agrégats micacés (à biotite et muscovite), parfois avec spinelle, pourraient représenter d'anciennes plages de cordiérite, mais celle-ci n'a jamais été observée.

Dans le granite monzonitique, proche des leucogranites par la nature de son plagioclase $An_{8.9}$ et sa teneur en muscovite (5 %), le pourcentage de mégacristaux de microcline varie entre 9 et 16 %.

Structure du massif de Chausey

Selon M.J. Graindor et M.M. Roblot (1976), la position de l'île Chausey par rapport aux massifs de Vire et d'Avranches résulte d'un décrochement dextre N 155°E traversant la baie du Mont Saint-Michel et matérialisé morphologiquement par la vallée du Couesnon. Le caractère décrochant d'un tel accident n'est cependant pas démontré.

Toujours selon les mêmes auteurs, le contact sud du massif de Chausey avec le Briovérien est chevauchant et tronçonné transversalement par des décrochements N 150 à N 170°E.

Se limitant au massif lui-même, M. Jonin (1978, 1981) relève quatre systèmes principaux de joints : l'un subhorizontal et les autres subverticaux et orientés N 20-40°, N 60-85°, N 130-170°E. La phase résiduelle des filons aplito-pegmatitiques emprunte de façon préférentielle les joints primaires N 70°E. Les fractures avec cataclase variable s'orientent N 120 à N 155°E, avec prépondérance de la direction N 120-130°E à l'origine des deux chenaux principaux des îles Chausey (le Sund et le chenal de Beauchamp).

TERRAINS PALÉOZOÏQUES (CAMBRIEN INFÉRIEUR)

Les terrains paléozoïques du territoire de la carte, limités aux dépôts grossiers de la base du Cambrien, appartiennent à la fermeture périclinale du synclinorium de la Zone bocaine (L. Lecornu, 1892), dont la longueur, d'Ouest en Est, atteint 240 km puisque le rejeu de sa structure se perçoit dans la couverture mésozoïque jusqu'aux abords de Chartres. Ces dépôts cambriens reposent en discordance angulaire majeure sur le socle cadomien. Seules deux formations concernent le secteur de cette carte : les conglomérats et arkoses, les Dalles de Campeaux inférieures.

k1a. Conglomérats et arkoses pourprés. Dans cette terminaison périclinale, ces *poudingues pourprés* (appellation des anciens auteurs) sont disposés subhorizontalement en quelques localités : Nord-Est de l'abbaye de la Lucerne, lieu-dit la Moinerie, au S-SE de Saint-Planchers – les Perrières, sur la D 924. Ailleurs les pendages restent faibles, de 5 à 10°. Des pendages de 20° sont seulement relevés au Sud de Hudimesnil, à l'intersection du ruisseau du Bosq et de la limite occidentale des conglomérats.

Il n'existe pas de station permettant d'observer directement la discordance ; celle-ci se déduit de la structure différente du socle cadomien contigu aux conglomérats. Orientés N 60°E en moyenne, les schistes briovériens présentent toujours un pendage très redressé. A titre d'exemple citons des localités où la discordance est ainsi impliquée par l'opposition

structurale des deux systèmes : entre les Chasses d'Ontot et la Haute Terre, sur la D 236 ; carrefour de la D 114 et de la D 198, village l'Enfant ; D 143, Ouest de la Couarderie. Se note parfois une teinte violacée du Briovérien au voisinage du contact avec le Cambrien, comme au Nord-Est et à l'Est de l'abbaye de la Lucerne.

Hors carte (feuille Villedieu à 1/50 000), la discordance des conglomérats cambriens sur le socle cadomien s'observe encore, soit sur le Briovérien sédimentaire comme dans la carrière de la Haye-Pesnel (C. Klein, 1975), soit sur la granodiorite de Vire à Villedieu-les-Poêles (A. Bigot, 1941 ; L. Chauris, 1956).

Composition : dans le domaine de cette feuille, la disposition sub-horizontale ne permet pas d'établir une succession lithologique de la formation. La puissance estimée est d'une quarantaine de mètres.

Dans les carrières du cours supérieur de la Vanlée, entre la Bretonnière et la Haute Terre (commune de Hudimesnil), les conglomérats de teinte lie de vin sont stratifiés en bancs décimétriques à métriques. Les galets — dont la plus grande taille est de 10 cm — sont constitués, dans l'ordre de fréquence, par des grauwackes lithiques et feldspathiques, des siltites, enfin par du quartz. Les galets de phtanite et de volcanites acides sont rares. Les matériaux manifestent une bonne usure, sauf au niveau des classes granulométriques inférieures et de la fraction quartzreuse.

Les carrières en bordure de la D 365, non loin de la vallée du Fouceuil (2,5 km à l'Ouest de Saint-Sauveur-la-Pommeraye), étaient ouvertes dans un matériau à galets de taille avellanaire à pisaire. Au lieu-dit les Perrières, sur la D 974 de Granville à Villedieu-les-Poêles, la cimentation faible permet l'extraction de galets le plus souvent avellanaires (plus grande taille 5 cm) et où le quartz domine. Dans la carrière de la Moinerie, sur la D 314 (750 m à l'Est de Saint-Planchers), 75 % des galets sont constitués par du Briovérien sédimentaire, 25 % par du quartz avec une taille encore avellanaire ; des interbancs de pélites violacées séparent les conglomérats ; dans ces derniers, les galets de grauwackes et de siltites présentent une disposition en "tuiles de toit", légèrement oblique sur le plan de stratification.

Au plan de la composition, il faut souligner :

- l'extrême rareté des galets de roches métamorphiques, en dépit de la proximité de l'aurole thermique de la granodiorite de Vire ;
- l'étiement différent présenté par les galets de Briovérien sédimentaire, ce qui mémorise leur origine à partir du Groupe supérieur du Briovérien (cas le plus fréquent) ou du Groupe inférieur.

Au plan de la mise en place, la formation résulte d'une alternance de dépôts de granulométrie différente, conglomératiques ou microconglomératiques, au pied de glacis débouchant sur des plaines d'inondation ceinturant les reliefs de la Mancellia non encore totalement submergés ; entre ces "sheet-flood", la décantation dans des bâches de taille réduite et plus rarement conservées se traduit par le dépôt de pélites rouges. La teinte rouge de ces sédiments fluviaux est due à un pigment d'hématite ; sa conservation accuse le climat rubéfiant régnant au Cambrien inférieur en Europe moyenne.

k1b. Dalles de Campeaux inférieures : grès grossiers, siltites et schistes verts. Avec cette formation, peut être abordé le problème de l'âge du Cambrien régional.

Dans la Zone bocaine occidentale, le terme de Dalles de Campeaux (A. Bigot, 1890) désignait la succession cambrienne grés-schisteuse comprise entre les conglomérats de base et les Schistes rouges de Saint-Rémy. F. Doré (1969) a distingué dans cette série terrigène deux formations :

– les Dalles de Campeaux inférieures, équivalent latéral *pro parte* de la formation des Schistes et calcaires de la Zone bocaine centrale ;

– les Dalles de Campeaux supérieures, équivalent lithologique, y compris une intercalation de calcaire oolithique fossilifère, de la formation des Schistes verts du Pont-de-la-Mousse.

Dans la partie nord de la Zone bocaine occidentale (vallée de la Sienne), les Dalles de Campeaux inférieures prennent le faciès particulier des Grès de la Bloutière (F. Doré, 1970). Cette formation procède d'une alternance de grès grauwackeux barrés d'horizons de conglomérats quartzeux, les siltites sont plus rares. Il n'y a pas de granoclassement, mais les semelles de bancs portent des moulages (casts) de sillons d'érosion (flute-marks) et de traces de traînage d'objets (drag-marks). L'ichnofaciès découvert sur le territoire de la carte Villedieu-les-Poëles apparaît très riche et diversifié : *Taphrhelminthopsis*, *Helminthopsis*, *Helminthoidea*, *Monomorphichnus*, *Diplichnites* (F. Doré, 1984 et 1985). Ajoutant à cela la microfaune à squelette trouvée dans des niveaux carbonatés de la formation des Schistes et calcaires de la Zone bocaine orientale, la conclusion est que les Dalles de Campeaux inférieures – première et véritable transgression marine – doivent être attribuées au Tommotien, c'est-à-dire au Cambrien inférieur pré-trilobitique. Cette conclusion s'étend vraisemblablement aux conglomérats et arkoses subordonnés, car un âge limite inférieur pour dater ce Cambrien est celui du déclin thermique de la granodiorite de Vire : 540 ± 10 Ma, par la méthode U/Pb sur monazite (P. Pasteels et F. Doré, 1982).

Dans le secteur de la feuille Granville, la limite entre les conglomérats et arkoses et les Dalles de Campeaux inférieures est basée sur la disparition de la teinte violacée et la rareté des horizons de conglomérats. Dans la carrière située à 450 m au Nord de Saint-Jean-des-Champs (sur la D 105), les Dalles de Campeaux inférieures, sub-horizontales, présentent des faisceaux centimétriques ou décimétriques de grès gris, arkosiques et micacés. Les intercalations de siltites de teinte claire contiennent des pistes courtes de type *Planolites*. Des pistes identiques ont été récoltées au hameau Laugny, à 1 km à l'Est de Saint-Aubin-des-Préaux (domaine sud de l'affleurement de Cambrien).

TERRAINS CÉNOZOÏQUES

Formations tertiaires

H. Tertiaire indifférencié : sables et graviers d'épandage. Au N.NE de Saint-Planchers, des sables et graviers subanguleux d'épandage sont associés à la phase rhexistasique dont de nombreux témoins sont conservés dans le karst de Montmartin (feuille Coutances à 1/50 000). Ces

sédiments sont attribués à la fin de l'Eocène. Cette proposition repose sur leur analogie avec des dépôts identiques situés à Landéan (feuille Saint-Hilaire-du-Harcouët) et Céaucé (feuille Domfront), lesquels passent à des formations laguno-lacustres datées du Sannoisien ou du Ludien (R. Rey, 1959 ; C. Cavelier, 1979).

Formations particulières

S. Grès et poudingues silicifiés. Une silicification des sables et graviers fini-éocènes a vraisemblablement été réalisée à l'Oligocène. Il ne subsiste le plus souvent que des blocs et dalles silicifiés, retrouvés épars entre Bréhal et Munéville-sur-Mer.

Galets épars éolisés. La concentration relative à certains endroits (Nord de Munéville-sur-Mer, N.NE de Bréhal, Sud-Est de Saint-Pair) de galets de quartz éolisés dont quelques-uns avec facettes, a été soulignée par une surcharge. Ils sont associés aux sables éoliens Ny weichséliens pléniglaciaires (cf. ci-dessous).

A. Altérites. A 500 m au Nord-Ouest d'Yquelon, les schistes briovériens de la formation de Hacqueville présentent une altération particulière. Un forage de reconnaissance implanté près de la Herberdière (coordonnées Lambert zone I : x = 314,050 et y = 1135,25) a traversé entre -3 et -12 m une argile blanche à passées roses ou jaunes, contenant des fragments de quartz. L'analyse diffractométrique montre un mélange de kaolinite et d'illite. Cette altération est probablement à relier à la phase hydrothermale à l'origine du puissant filon de quartz voisin.

Formations superficielles

Le caractère discontinu de ces formations justifie leur présentation selon les milieux, marins, éoliens, fluviaux.

Sédiments marins et lagunaires

Mv. Pléistocène inférieur. Des lambeaux de galets marins conservés dans des poches à l'Ouest de Lingreville (Nord de la carte), à 10-12 m NGF, sont attribués à l'avant-dernier inter-glaciaire, par analogie avec d'autres dépôts datés du Cotentin et de la baie de Seine (J.P. Lautridou, 1987).

Mx1 Éémien (Riss - Würm) : sables et galets marins. De rares lambeaux de l'optimum de la transgression éémienne (dernier interglaciaire) sont conservés au Sud de Granville (Hacqueville et Saint-Nicolas), sur roches dures, à une altitude à peine supérieure à celle des plus hautes mers actuelles. C'est la formation des Ilets, très répandue dans le Cotentin (J.P. Lautridou, *Ibid*).

Tz1. Tourbe de Hauteville. Tourbes et argiles lagunaires holocènes antérieures en grande partie à 6500 BP (P. Giresse et J.P. Lautridou, 1973), affleurent sur le littoral vers 0 m NGF (Saint-Martin-de-Bréhal).

Dans les zones d'érosion littorale intense, elles peuvent être un peu plus récentes (J.P. Lautridou et M. Clet, 1988) et appartenir à FMz2 ou Tz2 : en fait, il y a continuité des formations Tz1 à celles, plus lagunaires (FMz2) ou tourbeuses (Tz2), qui jalonnent la progression de la sédimentation des havres derrière la barrière côtière repoussée pendant la transgression flandrienne (Holocène).

Tz2. Tourbe ; FMz2. Argiles de Lingreville. Entre 6500 et 1500 BP, les formations mises en place lors de la transgression flandrienne comportent des tourbes Tz2, des argiles saumâtres bleues (FMz2). Dans le havre de Lingreville, leur sommet a été daté par le ^{14}C et l'archéologie (D. Prigent *et al.*, 1983).

Mz2. Cordon de sables et galets flandriens (6500 et 1500 BP). Barrière mise en place lors de la transgression flandrienne essentiellement après 6500 BP et jusqu'à environ 1500 BP. Ce cordon a été rompu vers 4000 BP (D. Prigent *et al.*, 1983 ; J.P. Lautridou et M. Clet, 1988), puis au XIII^{ème} siècle (J.P. Lautridou, 1983), notamment vers Lingreville. Postérieurement, il a subi des modifications : après une avancée marine vers le XVIII^{ème} siècle (J.P. Lautridou, 1983), il a progressé sur la mer avant de reculer à nouveau à l'époque récente. Ce cordon s'observe au Nord et au Sud du goulot de la Vanlée, entre Coudeville-Plage et Donville, ainsi que sur la plage de Kairon.

Mz3. Tangué récente (post XIII^{ème} siècle après J.C.). Des tangués et sables récents mis en place après le V^{ème} et surtout le XIII^{ème} siècle tapissent le havre de la Vanlée à la latitude de Coudeville ainsi que celui du Thar, au niveau de la mare du Bouillon (Sud de la carte).

Tz3. Tourbes récentes (post XIII^{ème} siècle après J.C.). Ces tourbes se rencontrent à l'extrémité méridionale du havre de la Vanlée, à la latitude de Bréville.

Sédiments éoliens

Ny. Weichsélien (Wurmien) : sables éoliens de couverture. Ces sables éoliens périglaciaires d'âge weichsélien (J.P. Lautridou, 1985) sont bien classés, fins (médiane vers 450-250 μm), généralement peu épais, excepté sur le littoral (2 à 6 m d'épaisseur). Ils constituent la partie ouest du havre de la Vanlée, entre Bréville et Lingreville, où ils sont fossilisés sous les sédiments flandriens. A leur base, ils comportent des dépôts de pente cryoclastiques (heads). L'ensemble constitue la séquence weichsélienne dans la zone normande des sables de couverture (J.P. Lautridou, *Ibid*).

Çy. Weichsélien (Wurmien) : loess. Ce faciès limoneux des sables éoliens Ny admet une zone étroite de transition à l'Est de Granville : placages d'Anctoville-sur-Bosq et du Village-de-la-Lande. Ces loess sont largement représentés au Sud-Est de l'accident de Granville. Ils admettent une puissance de 4 m ou plus vers Saint-Aubin-des-Préaux et Saint-Jeandes-Champs. Non carbonatés, à dominante de kaolinite, illite, vermiculite et chlorite, ils possèdent une médiane vers 25 μm , peu de sables et un cortège de minéraux lourds constitué par l'épidote et l'amphibole (J.P. Lautridou, 1985).

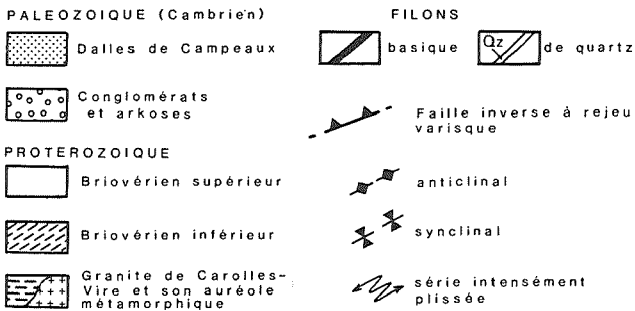
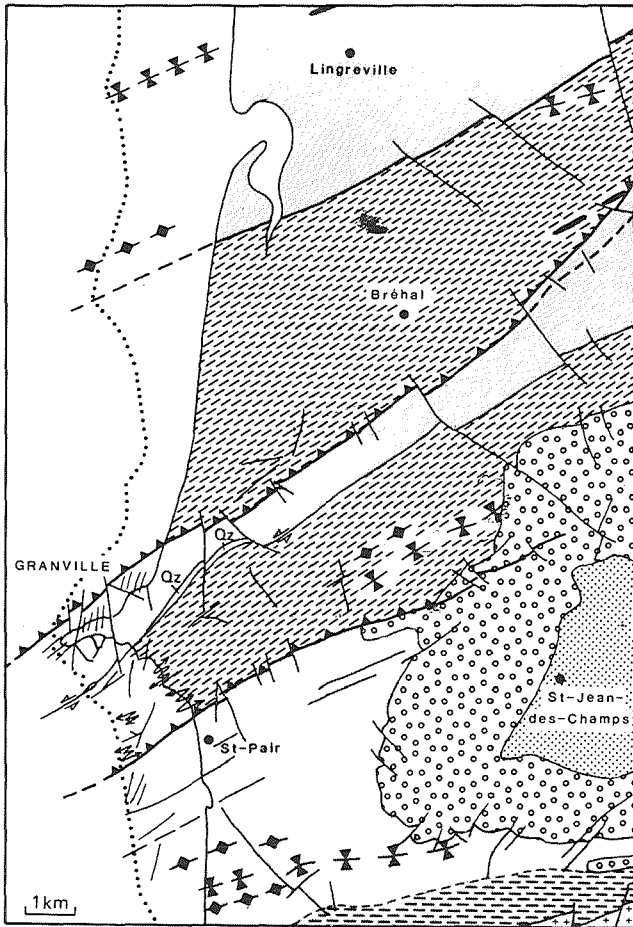


Fig. 6 - Esquisse structurale de la partie continentale de la feuille Granville

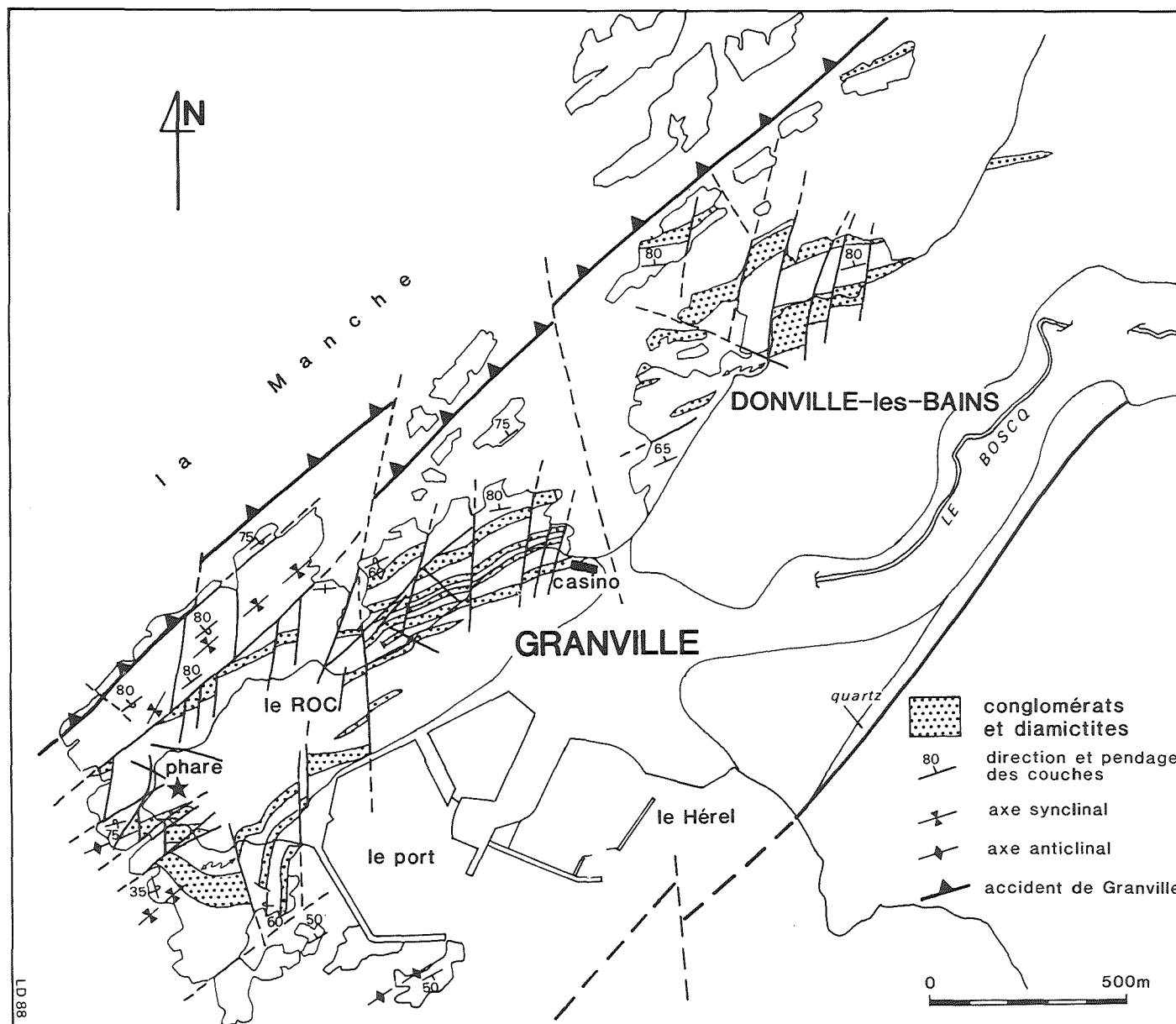


Fig. 5 - Cartographie des conglomérats et diamictites (tilloïdes) du cap de Granville

Dz3. Dunes récentes (post XIIIème siècle). Recouvrant les graviers de la barrière littorale, elles constituent les parties ouest des havres du Thar (au Sud de Saint-Pair-sur-Mer) et de la Vanlée. D'après les données archéologiques, paléontologiques et les datations absolues du havre de Lingreville, elles sont postérieures au Vème siècle et surtout au XIIIème siècle (J.P. Lautridou, 1983 ; D. Prigent *et al.*, 1983).

Alluvions fluviales

Fw. Saalien : alluvions fluviales périglaciaires. Ces alluvions grossières constituent la basse terrasse de la rive droite de la Sienne (angle nord-est de la carte).

Fz. Alluvions fluviales holocènes indifférenciées. Ces alluvions limoneuses à limono-sableuses du réseau hydrographique actuel ont une épaisseur en général inférieure à 1 mètre. Elles surmontent des alluvions grossières de fond de vallées (donc masquées) d'âge weichsélien, peu épaisses, sauf dans les vallées de la Sienne et du Boscq (2 à 3 mètres).

Autres dépôts

X. Dépôts anthropiques. Des dépôts anthropiques constituent le terre-plein d'une usine dans la vallée de la Saigne et celui de la carrière située au Nord-Est de Donville. La ville basse de Granville, au pied du Roc et autour du port, présente la particularité d'avoir été en partie construite sur un remblaiement de coquilles d'huîtres aux XVIII et XIXème siècles.)

GÉOLOGIE STRUCTURALE

La disposition actuelle des formations briovériennes et paléozoïques de la feuille (fig. 6) tire son origine d'une succession d'événements tectoniques ductiles et cassants qui affectent ces terrains au cours des orogènes *cadomien* (L. Bertrand, 1921) et *varisque*. Faute de repères chronologiques, la réjuvenation récente (tertiaire et quaternaire) d'anciens accidents de socle ne peut être reconnue ici.

LA DÉFORMATION CADOMIENNE

Elle est responsable de la structuration majeure des terrains précambriens de cette région. L'exploitation des mesures de stratification du Briovérien, relevées sur l'ensemble du territoire de la feuille (fig. 7), montre une direction générale des couches orientée N 70°E et un fort pendage (60 à 80°) vers le Nord ou le Sud. Cette disposition résulte principalement d'une phase plicative synschisteuse postérieure au dépôt du Briovérien supérieur et antérieure à l'intrusion des granitoïdes cadomiens datés vers 550 Ma.

Le style et l'intensité de cette déformation varient fortement en fonction de la position stratigraphique des séries.

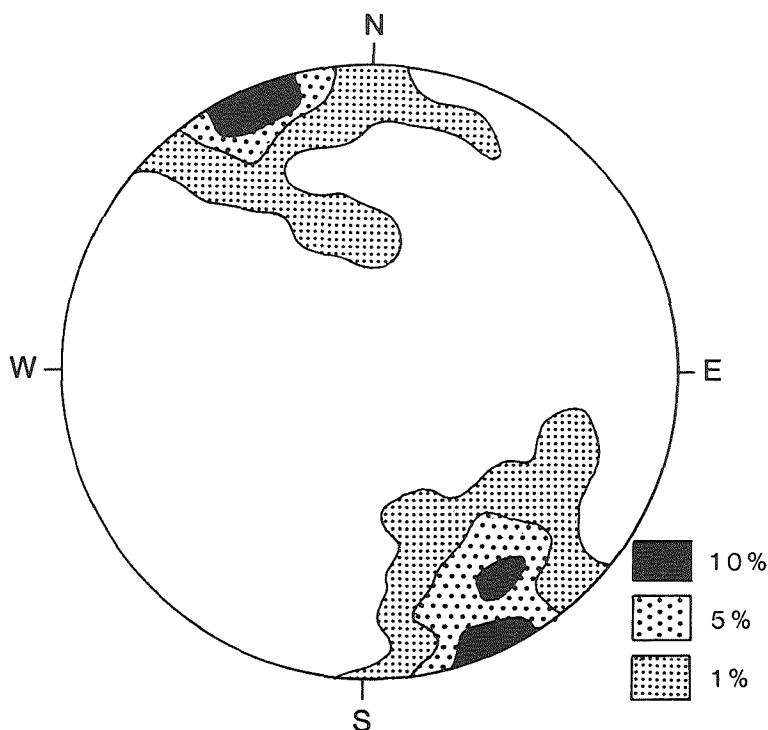


Fig. 7 - Stéréogramme des plans de stratification du Briovérien
(canevas de Schmidt, hémisphère supérieur)

Les formations du Briovérien supérieur (formations de Lingreville, de Granville et du Thar) sont affectées par des plis faiblement anisopaques plongeant de 0 à 20° vers l'Est ou l'Ouest autour d'une direction moyenne N 70°E (stéréogrammes 1, 2, 3 et 5, fig. 8). Leur déversement, constaté actuellement, s'effectue soit vers le Nord conformément à la vergence de la chaîne cadomienne en Normandie (E. Dissler *et al.*, 1988), soit plus rarement vers le Sud dans les secteurs où se traduisent davantage les effets du serrage varisque, comme dans la région de Granville. Les déformations souples cadomiennes, le plus souvent déca- à hectométriques, se déduisent des inversions de polarité et de pendage des couches (platier rocheux des plages de Lingreville et de Kairon). Toutefois, dans la formation de Granville, de rares charnières de plis mésostructurés s'observent au Sud de la pointe du Lude et autour du Roc de Granville. Au cap Lihou (Ouest du port de Granville), ces structures se superposent parfois à d'anciens plis synsédimentaires.

La schistosité de plan axial est de type fracture ; discrète dans les niveaux les plus compétents (diamictites, conglomérats, grès grossiers), elle s'exprime mieux dans les passées silteuses des alternances grésopélitiques. Dans la formation de Lingreville, son caractère pénétratif s'intensifie et l'on note un début de recristallisation orientée des phyllites (illite) principalement localisée au flanc inverse des structures.

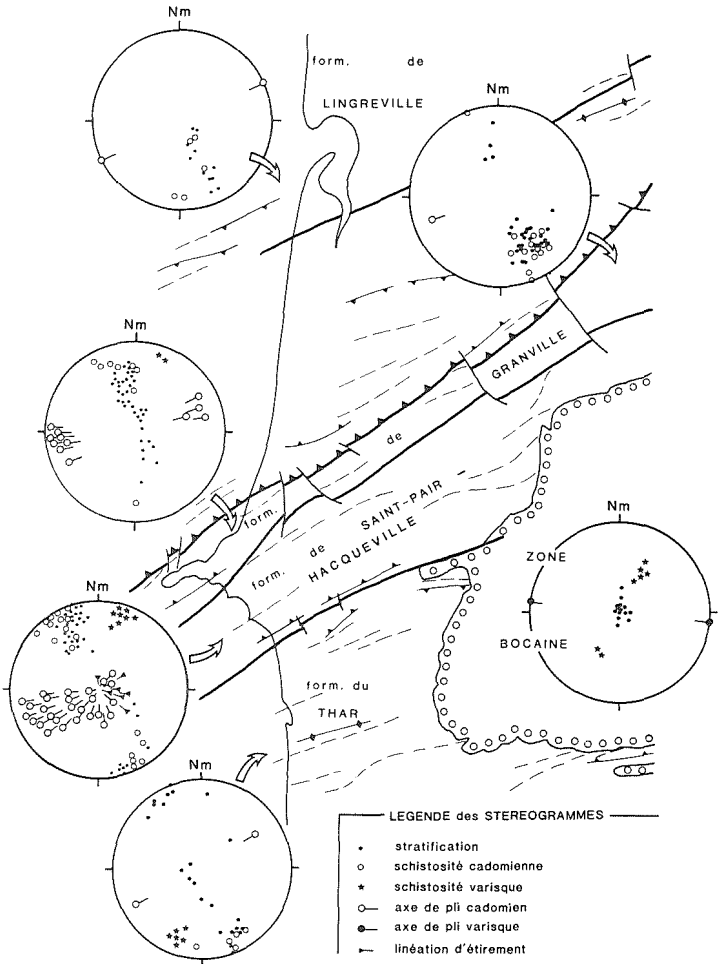


Fig. 8 - Eléments structuraux du socle cadomien et de la couverture varisque : stratifications, plis, schistosités; stéréogrammes canevas de Wulf, hémisphère supérieur

Le degré de métamorphisme de l'ensemble de ces séries reste faible, de type anchizonal.

Les formations du Briovérien inférieur (formations de Saint-Pair et de Hacqueville) subissent plus intensément la déformation cadomienne. L'analyse structurale des affleurements côtiers compris entre Saint-Nicolas-Plage et la pointe Gautier (L. Dupret, 1974) révèle l'existence de nombreux plis décimétriques à plurimétriques fortement anisopaques, devenant isoclinaux dans les faciès fins.

La direction de leurs plans axiaux (N 60°E) reste conforme à celle des plis cadomiens déjà décrits. Ils en diffèrent cependant par la grande dispersion des axes au sein de ces plans axiaux ; ces variations portent autant sur la direction que sur la valeur du plongement axial (stéréogramme 4, fig. 8).

La schistosité qui accompagne ces plis est du type flux, caractérisée par de nombreuses recristallisations métamorphiques syncinématiques sous climat épizonal (zone de la chlorite). Dans les faciès silto-gréseux de la formation de Saint-Pair, cette schistosité se matérialise par un alignement de minéraux planaires (illite - chlorite) et par l'aplatissement très prononcé des clastes quartzo-feldspathiques. Celui-ci est encore accentué par les recristallisations quartzo-chloriteuses des zones abritées qui donnent à ces grains un aspect en quenouilles typiques des sections XZ et YZ. Une discrète linéation d'étirement, plongeant toujours fortement, est portée par les plans d'anisotropie (plan XY). Elle indique la participation d'une composante cisailante à la déformation qui est ici, pour l'essentiel, d'aplatissement. Ces mouvements cisailants entraînent la migration progressive des axes de plis dans la direction d'étirement et explique ainsi l'existence dans cette série de plis à axes verticaux (E. Dissler *et al.*, 1988).

La différence de style de déformation constatée entre les formations du Briovérien inférieur et supérieur ne doit plus être interprétée dans cette région en terme de polyphasage (L. Dupret, 1974, 1982), mais comme la variation d'intensité d'un seul épisode de déformation, contrôlée par une différence de niveau structural (L. Dupret, 1986). Le Briovérien supérieur anchizonal, situé au niveau du front de schistosité, est plissé modérément tandis que les séries inférieures subissent un serrage plus important conduisant à des plis fortement anisopaques, une schistosité de flux et une meilleure cristallinité des illites (métamorphisme épizonal).

Ceci amène à modifier l'ancienne conception sur la polystructuration de la chaîne cadomienne, initialement proposée par M.J. Graindor (1957) et replacée dans le cadre de la tectonique des plaques par J. Cogné et A. Wright (1980). Une phase de structuration précoce existe cependant, mais elle apparaît limitée à l'intrusion syncinématique de la diorite de Coutances (585 Ma) et à ses enveloppes ; l'évolution cadomienne du Nord-Est du Massif armoricain, également intégrée dans un modèle mobiliste, fait l'objet de notre récente synthèse (E. Dissler *et al.*, 1988).

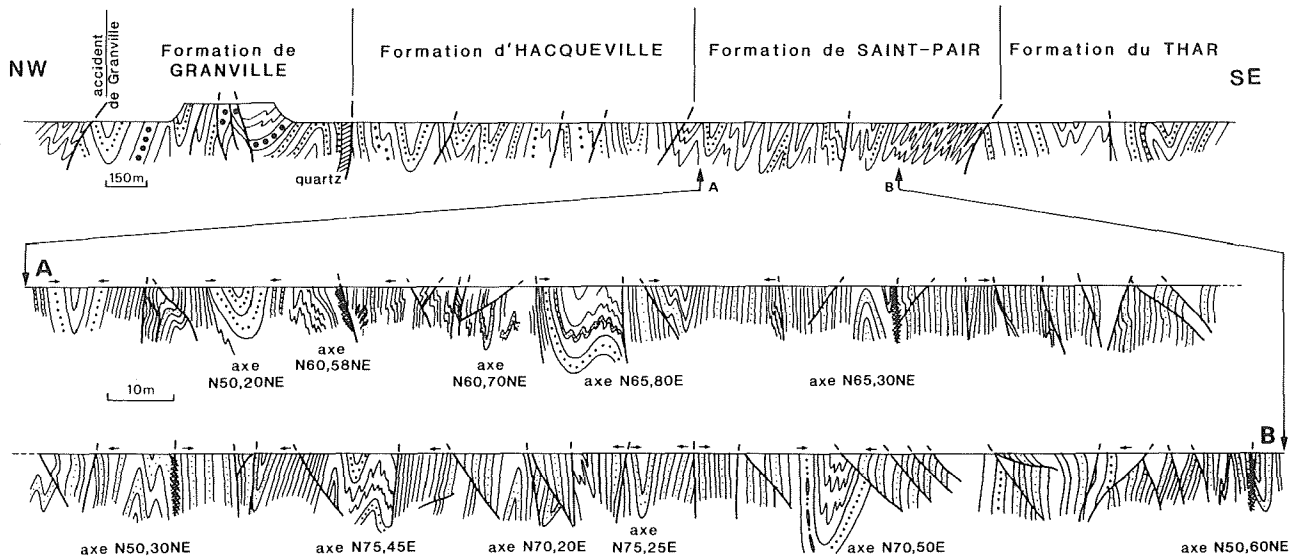


Fig. 9 - Coupe NW-SE à travers les formations briovériennes entre Granville et Saint-Pair, montrant le style des déformations cadomiennes et de ses retouches varisques

LA DÉFORMATION VARISQUE

La compression varisque, dont l'âge ne peut s'apprécier que dans le bassin carbonifère de Laval (phase de l'Erzgebirge ?) structure mollement les séries paléozoïques et réactive de façon cassante le socle cadomien. Ces déformations relèvent d'une tectonique de revêtement en partie guidée par la structuration du substratum.

Déformation des terrains paléozoïques

Les formations cambriennes, discordantes sur le socle précambrien, sont conservées dans l'unité synclinoriale de la Zone Bocaine, représentée sur cette feuille par son extrémité occidentale (fig. 6). Dans cette fermeture périclinale, le pendage des couches reste généralement très faible (0 à 20°), dessinant localement d'amples ondulations axées N 95-100°E (stéréogramme 6, fig. 8). Aucune schistosité n'a pu être décelée dans les faciès arénacés du Cambrien. Le contraste entre ces déformations souples et le style beaucoup plus serré des plis affectant le Briovérien sous-jacent met en évidence l'indépendance structurale des deux systèmes.

Dans cette région, le raccourcissement varisque s'achève par une phase de fracturation génératrice de failles inverses orientées N 60-80°E (accident du Haut-Theil), auxquelles font suite plusieurs familles de fractures transverses décrochantes (N 30°E ; N 110°E) ou à rejet vertical (N 150°E).

Remobilisation varisque du socle cadomien

Les influences de la tectogenèse varisque s'expriment au niveau du socle briovérien par les déformations suivantes (fig. 9) :

- une *schistosité de crénulation*, orientée N 110°E, dont les effets sont perçus uniquement dans les faciès les plus fins des séries inférieures et supérieures du Briovérien. Elle s'observe notamment dans les premiers affleurements au Nord de la cale de Saint-Nicolas-Plage (formation de Saint-Pair) où elle recoupe clairement les charnières des plis cadomiens, dans les schistes noirs de la formation de Hacqueville, à la pointe du Roc de Granville et dans le versant sud de l'éperon rocheux qui limite au Nord l'embouchure du Thar (Rochers Saint-Gaud). En lame mince, cette schistosité se caractérise par une multitude de microplis symétriques avec dissolution le long de plans riches en oxydes de fer. Elle engendre, sur les plans de stratification et de schistosité cadomienne, une linéation de gaufrage fortement inclinée qui se superpose souvent à la linéation d'allongement cadomienne ;
- des *kink bands* à plans axiaux horizontaux s'orientant autour de la direction moyenne N 50°E ;
- des *décrochements conjugués* dextres N 110-140°E et senestres N 20-30°E, à rejet métrique, responsables de nombreuses flexurations des couches et associés à des joints de tension quartzifiés Nord-Sud, d'allure sigmoïde ;
- des *failles inverses* N 60°E, à fort pendage vers le Nord. Le jeu inverse de ces failles n'est en fait que la réactivation varisque d'accident cadomiens. Elles provoquent le chevauchement vers le Sud du Briovérien inférieur (formation de Saint-Pair) sur les formations de Granville (accident de Granville) ou du Thar (accident de Saint-Pair). L'accident de Granville,

que l'on suit sur 80 km jusqu'à Bayeux(*), traverse le golfe normano-breton en direction du massif de Saint-Malo. Cet accident crustal, dont le fonctionnement est initié au cours de l'orogénèse cadomienne (E. Dissler *et al.*, 1988), s'impose comme un trait structural majeur du bâti cadomovarisque. Un autre de ces accidents directionnels, fonctionnant en décrochement senestre et jalonné dans sa partie sud-ouest par un épais filon de quartz, limite au Sud la formation de Granville ;
– une *fracturation tardive* N 140-150°E, qui tronçonne toutes les structures précédentes.

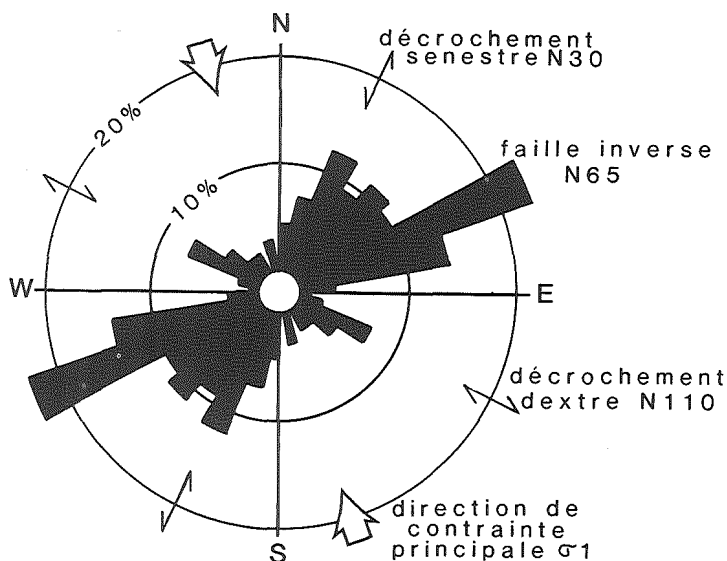


Fig. 10 - Fracturation d'origine varisque dans le socle cadomien de la feuille Granville

La figure 10, qui illustre les directions de fracturation varisque et leurs fréquences, met en évidence la prédominance des failles inverses N 65°E parallèles à la structuration cadomienne. La plupart de ces fractures sont compatibles avec une direction de contrainte maximale σ_1 orientée N 160°E.

SITES PRÉHISTORIQUES

Le seul mégalithe –dit de la Pierre Aiguë– connu sur le territoire de la feuille Granville, est situé en bordure de la D 114, à moins de 500 m à l'Ouest de Longueville, mais sur la commune de Donville. L'édifice, constitué par du quartz de filon, mesure 2,90 m, avec une circonférence au sol de 7,10 m. La Grande Ile de Chausey porte les dolmens dits de la Chapelle et de la Maison des Morts.

(*) Accident de la Drôme de M. Villey (1978).

Des poteries de l'âge du Bronze final ont été découvertes sur la haute plage à l'Ouest du hameau des Hardes (commune de Lingreville).

RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS

HYDROGÉOLOGIE

Hors de la zone côtière ou des vallées à remplissage d'alluvions quaternaires, il n'existe pas de nappes aquifères véritables.

Les sources captées du territoire de cette feuille émanent des fissures des conglomérats et grès grossiers du Cambrien. A titre d'exemple, la commune de Saint-Jean-des-Champs est alimentée par les captages des sources de la Barbinière (27 m³/j) et du village Durand (37 m³/j) ; les sources de la Mesleraye (173 m³/j) et de la Levrourie (86 m³/j) desservent Saint-Planchers.

L'imperméabilité générale du pays briovérien amène à des exploitations locales de nombreuses sources et puits à débit faible et variable. La commune de Bréhal dispose de deux puits, implantés non loin de l'intersection de la Vanlée et de la D 971, et qui lui assurent une consommation moyenne de 150 m³/j.

Les cultures vivrières de la région côtière entre Bréhal et Lingreville, ainsi que les besoins liés à la conchyliculture, expliquent l'implantation de nombreux puits domestiques dans les alluvions anciennes situées à l'Est du havre de la Vanlée.

Ces ressources locales ne permettent pas de faire face aux besoins exacerbés des communes côtières en période estivale. La station de Donville-les-Bains prélève l'eau du ruisseau du Boscq après traitement à l'usine du Pont-du-Rat. Des prises d'eau dans le ruisseau du Thar, dont le débit est de 800 m³/j à l'étiage, sont réalisées au hameau du Thar et au Pont-de-Lézeaux, afin de desservir l'agglomération granvillaise.

RESSOURCES MINÉRALES ET CARRIÈRES

Gîtes minéraux

Un seul gîte métallifère à gangue quartzeuse est connu dans le territoire de la carte. Cet indice BPGC, situé à la pointe Gautier, à l'Est du port de Granville (n° d'archivage 7.4001) a été découvert en 1824. La *blende*, abondante, contient de nombreuses inclusions de chalcopryrite. La *galène*, plus rare, se présente en plages millimétriques au sein de la blende ; elle contient un peu de chalcopryrite. La *pyrite* constitue des veinules irrégulières dans le quartz (L. Chauris, 1960). Ces filons sont encaissés dans le flysch de la formation de Hacqueville (Groupe inférieur du Briovérien).

La prospection alluvionnaire a décelé des indices de *florencite* (phosphate de cérium et d'aluminium) dans les sables du réseau hydrographique parcourant l'affleurement des formations cambriennes (J. Guigues et P. Devismes, 1969).

Carrières

Toutes les carrières du territoire de cette carte sont aujourd'hui abandonnées. Une dernière exploitation entamait la falaise fossile au Nord-Est de Donville-les-Bains ; le flysch grésoschisteux de la formation de Granville (Groupe supérieur du Briovérien) fournissait des granulats.

Une suite de carrières exploitait le filon de quartz bordant à l'Ouest l'éperon de Granville - Donville.

La formation des conglomérats et arkoses du Cambrien fournissait des matériaux d'empierrement et de pierres à bâtir. Les anciennes carrières sont situées sur la limite interne des conglomérats ou le long des ruisseaux (ruisseau de la Vanlée, à l'Est de Hudimesnil ; autour de la confluence des ruisseaux du Boscq et de Fouceuil, à l'Ouest de Saint-Sauveur-la-Pommeraye).

Notons également, pour mémoire, l'exploitation ancienne de la granodiorite dans la Grande Ile de Chausey.

LITHOLOGIE SOUS-MARINE DE LA COUVERTURE MEUBLE

La lithologie sous-marine représentée indique essentiellement la nature du fond sous-marin dans la zone infratidale toujours submergée, mais aussi dans la zone intertidale, alternativement immergée et émergée.

BASES CARTOGRAPHIQUES

Zone intertidale

Pour le littoral du Cotentin, 134 échantillons ont été prélevés à marée basse par P. Hommeril (1978), se répartissant ainsi :

- havre de la Vanlée : 55,
- littoral au Nord de Granville : 54,
- littoral au Sud de Granville : 25.

Pour les îles de l'archipel de Chausey, 114 échantillons ont été prélevés par J. Fortin (de 1969 à 1972).

Zone infratidale

43 dragages ont été effectués par P. Giresse et 4 par P. Hommeril à la drague "Rallier du Baty", lors de la mission de mai 1969 du N.O. *Gwarlarn* armé par le CNRS. Ils ont été complétés par 45 stations dues à C. Rétière, lors de deux missions du N.O. *Pluteus* de la station de Biologie marine de Roscoff. Les stations se trouvent, en moyenne, éloignés de 1 à 2 km.

Les analyses sédimentologiques ont été effectuées au laboratoire de Biosédimentologie marine de Rouen (échantillons Hommeril, ainsi que 27 échantillons Rétière) et au laboratoire de Géologie marine de Caen

(échantillons Fortin, Giresse et 18 de Rétière). Les caractérisations de faciès et les reports cartographiques ont été exécutés par P. Hommeril (intertidal) et par C. Laverne (infratidal).

MÉTHODES CARTOGRAPHIQUES

Par souci d'homogénéité, les principes définis pour la feuille à 1/500 000 des sédiments superficiels de la Manche ont été adoptés sans aucune modification. Seule la technique cartographique a été simplifiée, n'employant que quelques couleurs, par superposition de trames caractérisant, les unes la granulométrie, les autres la teneur en calcaire. Ceci permet de conserver les à-plats pour la géologie du substratum rocheux, notamment dans la zone intertidale.

Toutefois, la typologie des sédiments de surface est exactement définie selon les critères de la carte à 1/500 000, la légende de la feuille de Granville ne retenant de la nomenclature générale que les types de sédiment effectivement cartographiés.

Cette méthode consiste à représenter chaque prélèvement étudié par un type défini d'après sa granulométrie et sa teneur en calcaire (cf. légende).

Rôle de la granulométrie

Quatre catégories ont été retenues : cailloutis, graviers, sables, sédiments vaseux, étant entendu qu'un sédiment, le plus souvent composite, se place dans une de ces catégories sans appartenir exclusivement à la fraction pilote. Ainsi, les critères retenus donnent une importance privilégiée au matériel fin (lutites) d'une part, au matériel grossier d'autre part, fractions qui jouent un rôle déterminant sur les propriétés physiques et chimiques des dépôts et par conséquent sur l'aspect général qui peut être appréhendé d'un coup d'oeil par l'utilisateur de la carte. D'autre part, ces propriétés du biotope induisent fortement les biocénoses qui l'occupent de telle sorte que la méthode cartographique employée permet dans la pratique une utilisation pluridisciplinaire.

Rôle du calcaire

Pour sa quasi-totalité, la fraction calcaire des sédiments est d'origine organogène, tout autant, ici, zoogène que phycogène, bien que les débris phycogènes, exclusivement constitués de frondes d'Algues *Lithothamnium*, appelées "maërl", forment des corps sédimentaires bien délimités, alors que les débris zoogènes sont éparpillés beaucoup plus largement. En ce qui concerne les sédiments vaseux, l'origine bioclastique du calcaire est également principale sinon unique.

Nomenclature

Les deux variables invoquées permettent de définir, a priori, 48 types de sédiments, sur un tableau à double entrée comportant 12 colonnes verticales granulométriques et quatre coupures horizontales basées sur la teneur en calcaire. Pour la feuille Granville, 34 types sont représentés et figurent, seuls, dans la légende.

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DE LA RÉGION

Le cadre géologique étant déjà traité dans cette notice, nous précisons seulement les données morphologiques et hydrodynamiques.

Morphologie

La côte est échancrée au Nord par le havre de la Vanlée, qui correspond à l'estuaire macrotidal de la Vanlée, courte rivière n'ayant guère qu'un cours de 4 km, hors du havre, alors que la mer remonte de 6 km dans l'estuaire. Dans ce havre, se dessine la morphologie classique des waddens avec : chenaux zigzagant, slikkes de faible pente et, plus haut, schorres quasi horizontaux.

La zone intertidale ouverte, large de 2,5 km au Nord, s'amenuise progressivement vers la pointe du Roc à Granville (1 km de large au Nord et 1,5 km au Sud). Cette pointe interrompt la continuité du cordon dunaire holocène. Outre les platurs rocheuses en face de Bréhal, le bas-estran redevient en partie rocheux dès le Nord de la pointe du Roc.

Les îles Chausey présentent une grande île et une infinité d'îlots cernés d'une zone intertidale beaucoup plus vaste, traversée de part en part par le chenal Beauchamp, vers sa terminaison orientale.

La zone infratidale atteint la cote de -15 m (cote marine) au Nord-Ouest et celle de -20 m au Sud-Ouest de la feuille. La ligne bathymétrique de 10 m, exactement de direction Nord-Sud, sépare cette zone en deux parties de même largeur. Plus irrégulière, la cote -5 m dessine au Nord-Est les bancs de la Catheue, tandis qu'au Sud-Ouest, les Petits Bancs présentent, au contraire, des dénivellations de l'ordre de 10 m.

Caractères hydrodynamiques

La zone cartographiée correspond au quart nord-est du golfe normand-breton, lequel possède les plus forts marnages de l'Europe. De ce fait, il est le siège de courants hydrauliques importants pouvant dépasser 1 m/s en vive eau. Quatre rosaces de courants de marée dressées par le Service hydrographique de la Marine intéressent la zone cartographiée :

- deux indiquent une rotation des courants pendant le cycle de marée, sans prépondérance notable pour une direction :
 - entre Granville et Chausey (par 48°51' 00" de latitude et 1°41' 50" de longitude),
 - au-dessus de l'extrémité nord-ouest de la carte (hors la feuille, par 48°59' 30" et 1°52' 40") ;
- deux autres indiquent, au contraire, au Sud des îles Chausey :
 - soit un axe alternatif WNW-ESE (par 48°49' 30" et 1°59' 20") ;
 - soit une prépondérance vers le secteur sud-est (par 48°51' 30" et 1°48' 40").

D'une manière plus générale, les travaux du Service pour l'Etude et l'Utilisation des Marées de l'EDF montrent que les courants maxima et les résultantes ont le plus souvent même sens et même intensité. Immédiatement au Sud de Chausey, et aussi au Nord-Ouest, les courants

portent vers l'Est ; plus au Sud, au niveau des Petits Bancs, ils portent vers l'ESE. Précisons que ces mesures sont faites en surface et que les vitesses s'atténuent vite près du fond, mais sans changer de direction. Les vitesses restent toutefois capables de remettre du sable siliceux grossier en mouvement, voire même des petits graviers. Les débris calcaires, grâce à leur forme très irrégulière, peuvent être déplacés pour des tailles très supérieures.

Dans le proche infratidal, le long du Cotentin, les courants maxima ou résultantes sont nettement moins rapides et de direction très variables localement. Ajoutons enfin que le flot remonte dans le havre de Vanlée et, lors des marées de vive eau, y recouvre l'ensemble des slikkes et schorres jusqu'à la porte à flot à l'extrémité sud. Le long du littoral, la direction des houles dominantes (houles de secteur nord-ouest) provoque une dérive littorale vers le Sud.

DESCRIPTION GÉNÉTIQUE DE LA COUVERTURE SÉDIMENTAIRE

Zone intertidale

Le havre de la Vanlée ou zone intertidale abritée. L'apport de la rivière et de ses petits affluents est quasi négligeable ; l'ensemble du matériel est donc relique (une partie des sables siliceux est d'origine éolienne), ou provient de sables, sablons et vases pénétrant avec le flot et se déposant dans le piège hydrosédimentaire.

La zonation sédimentologique met en évidence le double contraste entre la slikke (sable fin et sablon lithoclastiques très peu carbonatés, SL1d et SL1e) et le schorre (marne sableuse, VL2b, ou marne, VL2c, avec 30 à 50 % de carbonates et au moins 25 % de lutites). Sur la slikke, le sablon SL1e domine dans la partie nord du "doigt de gant". Pour le schorre, la teneur en lutite augmente de l'aval vers l'amont, ce qui prouve qu'il s'agit d'un mécanisme de colmatage par suspensions décantées venant de l'aval. La partie la plus amont est d'ailleurs colmatée par une vase silto-argileuse n'atteignant plus 30 % de carbonates (VL1c).

A l'entrée du havre, le chenal est parsemé de sables biolithoclastiques graveleux riches en fragments de tests de mollusques, lesquels vivent dans la slikke ou dans la zone intertidale ouverte.

La zone intertidale ouverte. Au Nord de Granville, la zonation est typiquement parallèle au trait de côte, c'est-à-dire perpendiculaire à la pente. Typiquement (ex. : Saint-Marin-de-Bréhal) se succèdent, d'amont en aval :

- dune et haute-plage, sable lithoclastique fin (SL1d) ;
- cordon, sable lithobioclastique grossier (SL2c) ;
- bas du cordon, sable lithogreveleux (SL1b) ;
- haut-estran, sablon lithoclastique (SL1e) ;
- bas-estran, sable lithobioclastique fin (SL2d).

Au Nord et au Sud de cette séquence horizontale type, s'intercale du sablon lithobioclastique (SL2e), au milieu de l'estran.

Au débouché du havre de la Vanlée, le sable lithoclastique fin prolonge la slikke jusqu'à la zone subtidale par un éventail de sable biolithoclastique fin (SB1d), terme de liaison entre les zonations intertidales et infratidales. Les bouchots de moules provoquent l'apparition, à leur emplacement, de dépôts vaseux de type marne sableuse (VL2b), du fait de l'activité des moules qui, en filtrant l'eau, déposent une pellicule mucilagineuse sur les lutites et provoquent ainsi leur dépôt quasi immédiat.

Au Sud de Granville, la zonation liée au profil est modifiée par deux facteurs : une augmentation de la teneur en calcaire fait apparaître du sable biolithoclastique fin (SB1d) et du sablon biolithoclastique (SB1e) sur l'estran, tandis que les affleurements rocheux sont recouverts de marne calcaire sableuse (VL1b), pendant que ces mini-reliefs facilitent, en amont, la décantation, à l'étalement de basse-mer, de vases plus grossières (VB1a).

La zone intertidale de l'archipel de Chausey. S'appuyant sur les données de la monographie de F. Fortin (1972), la cartographie générale de la feuille ne fait que souligner la dualité sédimentologique de l'archipel, en l'intégrant dans une zonéographie plus vaste.

Alors que l'ensemble des îlots sont granitiques, la cartographie lithologique de la zone intertidale fait apparaître deux zones bien distinctes, séparées par une ligne NW-SE partant du Nord de Plate-Île pour passer au Sud d'Aneret :

- la partie orientale est complètement intégrée dans la zonéographie générale et comprend, pour l'essentiel, des sédiments biolithoclastiques et bioclastiques. Elle sera abordée avec l'étude de l'infratidal ;
- la partie occidentale, au contraire "ceinturée par une barrière rocheuse efficace, ne connaît que des dépôts siliceux issus du remaniement sur place des arènes ou des formations meubles qui recouvraient autrefois ce domaine". Il s'agit donc d'une zone intertidale typique.

Cette zone occidentale est quasi entièrement recouverte de sables et de vases lithoclastiques (SL1b, SL1c, SL1d, VL1a, VL1b). Les sables, fins au Nord-Est, grossiers au Nord-Ouest, graveleux au Sud, enserrant complètement les vases qui se décantent dans la partie centrale, mieux abritée des courants de marée et des houles. L'essentiel en est une vase sableuse (VL1b), avec atterrissements plus sableux (VL1a), qui peut ponctuellement passer, près du Grand Puceau, à une marne sableuse (VL1b), et même, à l'Est du Grand Colombier, à une marne (VL2c). En outre, au débouché du chenal Sund, se situe un dépôt carbonaté vaseux (VB1a) exceptionnel.

Ces dépôts vaseux sont en général colonisés par une Phanérogame marine (*Zostera nana*) et une Cyanophycée (*Microcoleus chthonoplastes*) qui exercent une rétention préférentielle des particules fines pouvant aller, pour cette dernière, jusqu'à la formation de mattes.

La zone infratidale

Les accumulations de maërl et leur dépendances. Les bancs de maërl occupent la moitié de la superficie de la zone infratidale de l'isobathe 3 m à celle de 10 m. Il s'agit en fait de la continuation vers le Sud-Est du grand banc amorcé au Nord, sur la feuille Coutances. Cette formation se termine en pointe au Sud de la feuille, devant Granville, par un petit banc quasi isolé mais très riche en maërl.

Il est possible de tenter une corrélation, variable d'ailleurs dans l'espace, entre la typologie des sédiments et la teneur totale en maërl, indiquée, dans la légende par quatre types de symboles additionnels. Les zones contenant plus de 70 % de maërl correspondent à cinq sédiments bioclastiques, de graviers coquilliers au sable grossier : GB2a, GB2b, SB2a, SB2b, SB2c. Les teneurs de 50 à 70 % correspondent à des types sédimentaires plus variés tel que graviers lithobioclastiques (GB1b) ou vase (VB1a) dans le Nord, sable bio-graveleux (SB2b) au Nord-Ouest de Chausey, ou sable bioclastique fin (SB2d) devant Granville. La catégorie contenant 20 à 50 % de maërl est un gravier grossier (GB1a) entre les deux zones riches, à l'Est des Chausey et à nouveau un sable bio-graveleux (SB2b) au Sud-Ouest de Granville. Enfin, les zones pauvres de 5 à 20 % de maërl, sont surtout représentées par des graviers biolithoclastiques (GB1a, GB1b) au Nord et par les sables bio-graveleux (SB2b) au Sud. En résumé, nous constatons une évolution granulométrique tendant vers l'affinement des dépôts du Nord-Ouest au Sud-Est, quelqu'en soit la richesse en maërl. Les vases associées (VB1a) apparaissent au contraire au Nord de la feuille, comme piégées dans la partie la plus massive du banc.

Lithothamnium corallioides compose les biotopes où la concentration est la plus dense et se présente sous forme de fragiles arbuscules. *L. calcareum*, le plus souvent à la périphérie des nappes, forme des nodules du types oncolithe. En général, la quantité de maërl vivant n'atteint qu'exceptionnellement 50 % du total du maërl dragué. Elle est ainsi de 20 à 50 % dans la zone riche en maërl total, au Nord de la feuille. Elle atteint, au plus, 15 % au Sud-Est de Chausey. La zone nourricière à maërl vivant se situe donc essentiellement au Nord et surtout au-delà de la limite de la feuille. L'accumulation qui enserre la partie orientale de Chausey et descend devant Saint-Pair est un banc de maërl entraîné par les courants vers le fond du golfe.

Ces accumulations phycogènes peuvent atteindre 12 m, entre Chausey et Granville, mais correspondent plutôt à des épaisseurs moyennes de 5 à 6 m au Nord de la feuille, notamment dans la zone où elles permettent la formation de dunes hydrauliques constituant les bands de la Catheue, alignés selon un axe NW-SE, dans le sens, approximativement, de la résultante des courants de marée.

La partie orientale des îles Chausey est prise en écharpe par ces dépôts bioclastiques, mais ils ne sont réellement phycogènes qu'en quelques points et surtout à l'entrée nord du chenal de Beauchamp. Les autres dépôts sont donc zoogènes avec, localement, placage de sable grossier lithobioclastique (SL2c) ou, au centre du platier, de sable litho-vaseux (VL1a). A signaler aussi, au Nord-Est, l'ensemble de sablons (SB1e, SB2e) liées, sans doute, aux exploitations mytilicoles.

Les accumulations lithoclastiques du Sud-Ouest. Cette partie tranche avec le reste de la zone infratidale, tant par le caractère grossier et siliceux des dépôts que par leur faible épaisseur. Parallèlement à la résultante Ouest-Est des courants de marée, s'étale une séquence lithoclastique ou lithobioclastique : CL1b, GL2a, GL2b, GL1a ou SL2b. Il s'agit de la nappe de cailloutis et graviers reliques épandus par les coulées boueuses lors des périodes froides du Quaternaire et notamment lors du Würm. Ces dépôts sub-aériens ont été débarrassés de leurs sablons et lutites entraînés vers le fond du golfe et très partiellement pollués, depuis la transgression flandrienne, par du bioclastique exclusivement zoogène. La nappe de sédiments bioclastiques ou biolithoclastiques est, au Nord, à hauteur de Chausey, carrément plaquée par dessus.

La zone subtidale. Entre la zone intertidale et le banc de maërl, se développe une étroite zone subtidale marquée par le dépôt de sables biolithoclastiques ou bioclastiques grossiers et fins :

- au Nord de Granville : SB1c, SB2c, SB2d ;
- au Sud de Granville : SB1c, SB1d, SB2d.

En outre, dans l'axe de la baie, au Nord de Granville et à la profondeur de moindre agitation (vers - 2 ou - 3 m sous le zéro marin), où s'effectue le relai dynamique entre l'action dominante des courants de marée et celle de la houle, se décante un large placage de vase carbonatée (VB1a).

CONCLUSION. SYNTHÈSE SÉDIMENTOLOGIQUE

Lors des régressions quaternaires, et notamment au Würm, la gélifraction des platiers exondés a entraîné la formation de cailloutis et de graviers, plus ou moins déplacés par des coulées boueuses. Ces éléments lithoclastiques grossiers se retrouvent aux alentours des platures rocheuses de la basse zone intertidale, ou, à plus grande profondeur dans le secteur sud-ouest de la feuille. S'y apparentent les dépôts plus évolués de la partie occidentale des îles Chausey, qui proviennent plutôt du remaniement, par lessivage sur place, des arènes granitiques.

Par contre, les sables et sablons siliceux ont été emportés vers l'Est et le Sud-Est, soit par le vent, jusqu'aux dunes qui ourlent le littoral, soit par la transgression flandrienne. Celle-ci a constitué des cordons littoraux entretenus actuellement par la dérive littorale nord-sud, induite par les houles dominantes de secteur nord-ouest. Localement, ces sédiments pénètrent dans le havre de la Vanlée dont ils forment le fond siliceux de la slikke, tandis que s'y ajoutent des vases, à fraction calcareuse d'origine zoogène locale, se décantant essentiellement sur les bords du havre et constituant le schorre.

Depuis que le golfe normand-breton a pris une forme géométrique très proche de la forme actuelle, s'est constitué un énorme banc bioclastique ou biolithoclastique d'origine surtout phycogène (frondes de l'Algue *Lithothamnium*), mais aussi zoogène (mollusques bivalves et gastéropodes), qui, partant au Nord de la feuille, prend en écharpe la partie orientale des îles Chausey, et, tout en s'affinant granulométriquement, s'étire en direction sud-est, vers le fond du golfe.

La fraction pélitique (résiduelle siliceuse et organogène calcaire) est entraînée, depuis la remontée flandrienne, vers des pièges sédimentaires variés : végétaux du schorre, plateaux rocheuses du bas-estran, zone de calme hydraulique subtidale, zone interne du platier des îles Chausey et, enfin, au sein même des nappes de maërl. Le développement de la mytiliculture a, en outre, enclenché un processus localisé d'envasement de la zone intertidale inférieure.

Illustrant l'équilibre sédimentaire actuel, un exemple classique de séquence horizontale biolithoclastique, développée dans le sens de la résultante Ouest-Est des courants de marée, se présente des îles Chausey à la zone de calme hydraulique subtidale : soit GB1a, SB2b, SB2c, SB2d, VB1a. Elle correspond à un affinement granulométrique dans le sens des courants, avec maximum de pollution par les carbonates organogènes au milieu de la séquence. S'y oppose, en sens inverse, car liée à l'agitation créée par le déferlement de la houle, une séquence horizontale lithoclastique : soit SL1d, SL2c, SL1e, SL2e, SL2d, séquence quasi générale dans la zone intertidale ouverte.

DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

DESCRIPTION D'ITINÉRAIRE

Dans le *Guide géologique régional : Normandie-Maine* par F. Doré et collaborateurs (1987), *l'itinéraire n°7*, empruntant le littoral, décrit le Briovérien de la région de Granville, ainsi que les formations quaternaires de Saint-Pair et de Lingreville.

COUPES RÉSUMÉES DES SONDAGES

Les caractéristiques des principaux sondages effectués sur la feuille, répertoriés sous leur numéro d'archivage au Service Géologique National, font l'objet du tableau présenté dans les pages suivantes.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AUTRAN A., BEURRIER M., CALVEZ J.Y., COCHERIE A., FOUILLAC A.M. et ROSSI P. (1983) - Caractérisation des granitoïdes du batholite mancelien, implications métallogéniques. Colloque ATP Géochimie et Métallogénie Bonas, 16-17 juin 1983, pp. 20-35 (inédit).

BARROIS C. (1885) - Notice explicative sur la feuille géologique de Granville. *Ann. Soc. géol. Nord*, XII, pp. 154-157.

BARROIS C. (1895) - Sur les poudingues de Cesson (Côtes du Nord). *Ann. Soc. géol. Nord*, XXIII, pp. 26-29.

COUPES RÉSUMÉES DES SONDAGES

N° archivage SGN 172	Commune lieu-dit	Nature et objet de l'ouvrage	Année d'exécution	Profondeur en m	Terrains traversés	Cote du sol	Coordonnées
8-3	la Lucerne Abbaye	Alimentation eau	1968	30 m	0-5,3 m limons sableux avec débris de schistes 5,3-9 m : schistes et grès métamorphiques 9-30 m : schistes et grès métamorphiques	+ 45	X = 320,925 Y = 128,275
3X.0009	Lingreville Verrouit	Alimentation eau agricole	1976	13 m	0-0,5 m : terre sableuse 0,5-9,5 m : sable jaune, gris, argile gris-vert 9,5-13 m : gravier et galets de grès fin 13 m : schistes et grès briovériens	+ 9	X = 315,26 Y = 145,75
3X.0022	Lingreville Verrouit	Cartographie	1976	10,5 m	0-1 m : sable fin jaune 1-7 m : Flandrien : sable grossier et gravier 7-8 m : Flandrien : sable fin silteux, brun calcaire 8-9 m : Flandrien : tourbe sableuse (Atlantique) 9-10,5 m : Würm : sable fin, brun, éolien	+ 10	X = 314,66 Y = 145,83

COUPES RÉSUMÉES DES SONDAGES (suite)

N° archivage SGN 172	Commune lieu-dit	Nature et objet de l'ouvrage	Année d'exécution	Profondeur en m	Terrains traversés	Cote du sol	Coordonnées
3X.0018	Lingreville Verrouit	Cartographie	1976	13,3 m	0-3,5 m : sable fin, jaune ou gris 3,5-4,8 m : argile bleue 4,8-5,3 m : tourbe sableuse (Atlantique) 5,3-10,6 m : sable fin éolien wurmien 10,6-13,3 m : sable et gravier wurmiens 13,3 m : schiste noir briovérien	+ 8,5	X = 315,36 Y = 145,44
3X.0007	Lingreville Village Hue	Cartographie	1976	10,5 m	0-10,49 m : sable jaune ou gris, puis argile, sable, gravier 10,49 m : schiste et grès briovériens	+ 12,4	X = 316,30 Y = 146,00
3X.0016	Bricqueville Chemin de Lisle	Cartographie	1976	11,5 m	0-9 m : sable de dune wurmien 9-11,50 m : sable et argile de colluvion wurmienne 11,5 m : schiste briovérien	+ 14	X = 316,40 Y = 143,68

COUPES RÉSUMÉES DES SONDAGES (suite)

N° archivage SGN 172	Commune lieu-dit	Nature et objet de l'ouvrage	Année d'exécution	Profondeur en m	Terrains traversés	Cote du sol	Coordonnées
3X.0029	Coudeville	Cartographie	1976	13,50 m	0-7,5 m : sable et tourbe flandriens 7,5-12,5 m : sable éolien et gravier wurmiens 12,5-13,5 m : sable blanc coquillier éémien	+ 9	X = 314,29 Y = 139,36
4-1	Bréhal Puits communal n°2	Exploitation eau (AEP)	1963	43 m	0-3,5 m : sable argileux 3,5-25 m : argile grise 25-43 m : schiste briovérien altéré	+ 25	X = 317,400 Y = 139,250
7X.0003	Donville-les- Bains la Falaise	Exploitation matériaux de carrière	1973	41,5 m	0-0,5 m : terre végétale sableuse 0,5-1,5 m : schiste briovérien altéré 1,5-41,5 m : schiste et grès gris-bleu, pyriteux	+ 35	X = 313,08 Y = 135,40
8-1	Saint-Pierre- Langers la Croix Barrée	Exploitation puits domestique	1959	12,5 m	0-1 m : éboulis 1-3 m : schiste altéré 3-12,5 m : schiste et grès métamorphiques, en bancs verticaux	?	X = 318,80 Y = ?

BECHE H.T. de la (1822) - On the geology of the coast of France and of the inland country adjoining; from Fécamp, département de la Seine-inférieure, to Saint-Vaast, département de la Manche. *Trans. géol. Soc. London*, (2), I, pp. 73-89.

BERTRAND L. (1921) - Histoire de la formation du sous-sol de la France. Les anciennes mers de France et leurs dépôts. Flammarion, Paris, 188 p.

BIGOT A. (1890) - L'Archéen et le Cambrien dans le Nord du massif breton et leurs équivalents dans le Pays de Galles. *Mém. Soc. nat. Sc. math. Cherbourg*, 27, 202 p.

BIGOT A. (1925) - Sur la présence de Trilobites et d'Archaeocyathidés dans les couches cambriennes des environs de Carteret (Manche). *C.R. Acad. Sc.*, Paris, 180, pp. 1237-1239.

BIGOT A. (1928) - Notice explicative de la Carte géologique de la France à 1/80 000, feuille Coutances (n° 44), 2ème édit., 6 p.

BIGOT A. (1941-42) - Notes de Géologie normande; XXIII: Ouest de la Zone bocaine (feuille de Coutances). *Bull. Soc. linn. Normandie*, 9ème sér., 2ème vol., pp. 37-43.

BONISSENT M. (1870) - Essai géologique sur le département de la Manche. *Mém. Soc. Sc. nat. Cherbourg et Avranches*, 430 p.

CAVELIER C. (1979) - La limite Eocène-Oligocène en Europe occidentale. *Sci. géol. Strasbourg*, 54, 280 p.

CHAURIS L. (1956) - Sur les relations du Cambrien et du granite de Vire (Normandie). *C.R. Acad. Sc.*, Paris, 242, pp. 3092-3094.

CHAUVEL J.J. et SCHOPF J.W. (1978) - Late Precambrian microfossils from Brioverian cherts and limestones of Brittany and Normandy, France. *Nature*, 275, 5681, pp. 640-642.

CHUBERT G., FAURE-MURET A. (1980) - The Precambrian in north peri-Atlantic and south Medirerranean zones; the Armorican Massif: a new interpretation. In: The Precambrian in mobile zones, *Earth-Science Reviews*, special issue, 16, 2-3, pp. 140-154.

CHUBERT G., FAURE-MURET A. et TIMOFEIEV B.V. (1982) - L'âge des tillites (tilloïdes) de Granville (Normandie). *9ème Réun. ann. Sc. Terre*, Paris, 139 p.

CLET M. (1983) - Annville-Hauteville: la palynologie. In "Le Quaternaire de Normandie", Département de Géologie de l'Université de Rouen édit., pp. 100-103.

CLET M. (1987) - Etude de séquences marines interglaciaires des stades isotopiques 5 et 7 en Normandie. Congrès APLF Bordeaux, 1987, Trav. Section Sc. Inst. Fr. Pondichéry (sous presse).

COGNÉ J. (1959) - Données nouvelles sur l'Antécambrien dans l'Ouest de la France : Pentévrien et Briovérien en baie de Saint-Brieuc (Côtes-du-Nord). *Bull. Soc. géol. France*, (7), I, pp. 112-118.

COGNÉ J. et WRIGHT A.E. (1980) - L'orogène cadomien : vers un essai d'interprétation paléogéodynamique unitaire des phénomènes orogéniques fini-précambriens d'Europe moyenne et occidentale, et leur signification à l'origine de la croûte et du mobilisme varisque puis alpin. Colloque C6 "Géologie de l'Europe", 26ème Congrès géol. intern. Paris, pp. 29-55.

COSSON J. et BILLARD C. (1978) - Flore algale des îles Chausey. *Bull. Soc. linn. Normandie*, 106, pp. 61-71.

DANGEARD L., DORÉ F. et JUIGNET P. (1961) - Le Briovérien supérieur de Basse-Normandie (étage de la Laize), série à turbidites, a tous les caractères d'un flysch. *Rev. géogr. phys. géol. dynam.*, (2), 4, pp. 251-261.

DISSLER E., DORÉ F., DUPRET L., GRESSELIN F. et LE GALL J. (1988) - L'évolution géodynamique cadomienne du Nord-Est du Massif armoricain. *Bull. Soc. géol. France*, sous presse.

DORÉ F. (1969) - Les formations cambriennes de Normandie. Thèse Fac. Sci., Univ. Caen, 790 p., CNRS : AO 2837.

DORÉ F. (1970) - Sur une nouvelle formation du Cambrien de la Zone bocaine : les "Grès de la Bloutière" (Manche). *Bull. Soc. linn. Normandie*, 101, pp. 100-116.

DORÉ F. (1972) - La transgression majeure du Paléozoïque inférieur dans le Nord-Est du Massif armoricain. *Bull. Soc. géol. France*, (7), 14, pp. 79-93.

DORÉ F. (1984) - Le problème de la limite Précambrien/Cambrien : les données du Massif armoricain. *10ème Réun. ann. Sci. Terre*, Bordeaux, 187 p.

DORÉ F. (1984) - The problem of the Precambrian-Cambrian boundary in the Armorican massif. *Bull. Liais. Inform. IGCP*, Proj. 196, 2, pp. 39-43.

DORÉ F. (1984) - Aspects radiométriques et biostratigraphiques de la limite Précambrien/Cambrien dans le Massif armoricain. Journées de la RCP 705 "Géodynamique du Massif armoricain", Le Mans (1-2 octobre) résumé 18 p.

DORÉ F. (1985) - Premières méduses et premières faunes à squelette dans le Massif armoricain. European Union of Geosciences, biennial Meeting, Strasbourg, résumé *Terra Cognita*, 5, 2-3, 237 p.

DORÉ F., DUPRET L. et LE GALL J. (1985) - Tillites et tilloïdes du Massif armoricain (France). *Palaeocl. Palaeogeog. Palaeoec.*, 51, pp. 85-96.

DORÉ F., JUIGNET P., LARSONNEUR C., PAREYN C. et RIOULT M. (1987) - Normandie, Maine. Guides géol. régionaux, Masson édit., 216 p.

DUPRET L. (1974) - Relations structurales entre les formations briovériennes de la région de Granville - Saint-Pair (Massif armoricain). Thèse 3ème cycle, Caen, 125 p.

DUPRET L. (1982) - Sur la polystructuration cadomienne du Briovérien de Normandie (Massif armoricain). *9ème Réun. ann. Sci. Terre* Bordeaux, 222 p.

DUPRET L. (1984) - The Proterozoic of Northeastern Armorican Massif. *In: Precambrian in younger fold belts*, vol. I, V. Zoubeck édit., J. Wiley and sons, sous presse.

DUPRET L. (1986) - Le Protérozoïque du Massif armoricain nord-oriental (Normandie et Maine). *Bull. Soc. linn. Normandie*, 114, pp. 3-30.

DUPRET L., CABANIS B., LE GALL J. et DORÉ F. (1985) - Les tholéiites d'arc briovériennes de Montsurvent (Manche) ; leur place dans l'évolution orogénique cadomienne du Nord de l'Armorique. *Hercynica*, I, 1, pp. 39-46.

DUPRET L., LE GALL J., DORÉ F., GATINOT F. et DISSLER E. (1985) - Les spilites de Vassy (Calvados), témoin d'un volcanisme sous-marin tholéitique et distensif dans la sédimentation du Briovérien supérieur (NE du Massif armoricain). *C.R. Acad. Sc., Paris*, II, 300, pp. 687-692.

ELHAÏ H. (1963) - La Normandie occidentale entre la Seine et le golfe normand-breton. Bière imp., Bordeaux, 624 p.

FORTIN J. (1972) - Les sédiments et la dynamique sédimentaire dans l'archipel des îles Chausey (Manche). Thèse 3ème cycle, Univ. Caen, 65 p.

GARLAN T. (1985) - Sédimentologie du Briovérien supérieur de Normandie et du Maine. Thèse 3ème cycle, Univ. Caen, 166 p.

GIRESE P. (1969) - Essai de sédimentologie comparée des milieux fluviomarins du Gabon, de la Catalogne et du Sud-Cotentin. Thèse Fac. Sci., Univ. Caen, 730 p.

GIRESE P. et HOMMERIL P. (1969) - Les fonds sous-marins de la carte de Granville au 1/100 000. *Rev. Soc. sav. Hte Normandie (Sc.)*, 56, pp. 23-50.

GIRESE P. et LAUTRIDOU J.P. (1973) - Les formations quaternaires du littoral du golfe normand-breton entre Coutainville et Avranches. *Bull. Ass. Franc. Et. Quatern.*, 2, pp. 89-101.

GIRESE P., HOMMERIL P. et LAMBOY M. (1972) - Résultats préliminaires d'une campagne de sismique-réflexion dans le Golfe normand-breton. *Mém. BRGM*, 79, pp. 193-201.

GRAINDOR M.J. (1954) - Note préliminaire sur la glaciation infracambrienne dans le Massif armoricain. *Bull. Soc. géol. France*, (6), IV, pp. 17-24.

GRAINDOR M.J. (1957) - Le Briovérien dans le Nord-Est du Massif armoricain. *Mém. Serv. Carte géol. France*, 211 p.

GRAINDOR M.J. (1967) - Notice explicative de la carte géologique de la France à 1/80 000, feuille Coutances (n° 44), 3ème édit., 8 p.

GRAINDOR M.J. et ROBLLOT M.M. (1976) - Géologie sous-marine de la baie du Mont-Saint-Michel et de ses abords. *Bull. Direct. Etudes et des Rech.*, EDF, série A, n° 1-2.

GRAINDOR M.J. et WASSERBURG C.J. (1962) - Déterminations d'âges absolus dans le Nord du Massif armoricain. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, 254, pp. 3875-3877.

GRAVIOU P. (1984) - Pétrogenèse des magmas calco-alcalins : exemples des granitoïdes cadomiens de la région trégorroise (Massif armoricain). Thèse 3ème cycle, Rennes, 236 p.

HÉBERT E. (1886) - Phyllades de Saint-Lô et conglomérats pourprés du Nord-Ouest de la France. *Bull. Soc. géol. France*, (19), XIV, pp. 713-774.

HOMMERIL P. (1967) - Etude de géologie marine concernant le littoral bas-normand et la zone pré-littorale de l'archipel anglo-normand. Thèse Fac. Sci., Univ. Rouen, 304 p.

JONIN M. (1978) - Etude pétrographique du massif granitique des îles Chausey (Massif armoricain). *Bull. Soc. linn. Normandie*, 106, pp. 15-25.

JONIN M. (1981) - Un batholite fini-précambrien : le batholite mancennien (Massif armoricain, France); étude pétrographique et géochimique. Thèse Univ. Bretagne occid., Brest, 319 p.

JONIN M. et VIDAL P. (1975) - Etude géochronologique des granitoïdes de la Mancennia (Massif armoricain). *Canad. Journ. Earth. Sci.*, 12, 6, pp. 920-927.

KAPLAN G. et LEUTWEIN F. (1963) - Contribution à l'étude géochronologique du massif granitique de Vire (Normandie). *C.R. Acad. Sc.*, Paris, 256, pp. 2006-2008.

KLEIN C. (1975) - Massif armoricain et Bassin parisien. Contribution à l'étude géologique et géomorphologique d'un massif ancien et de ses enveloppes sédimentaires. Assoc. Publ. Univ. Strasbourg, 882 p.

LANGEVIN C., MINOUX L., L'HOMER A., LAUTRIDOU J.P., DASSIBAT C. et VERRON G. (1984) - Notice explicative de la feuille Avranches à 1/50 000. Editions du BRGM, 54 p.

LAOUËNAN J.P. (1983) - Les leucogranites de la marge nord de la Mançcellia (Massif armoricain) dans leur cadre structural. Thèse 3ème cycle, Caen, 185 p.

LAUTRIDOU J.P. (1983) - Annoville-Hauteville : Flandrien, Weichsélien, Eémien, faune waltonienne. Département de Géologie de l'Université de Rouen édit., pp. 97-100.

LAUTRIDOU J.P. (1985) - Le cycle périglaciaire pléistocène en Europe du Nord-Ouest et plus particulièrement en Normandie. Centre de géomorphologie du CNRS, Caen, édit., 908 p.

LAUTRIDOU J.P. (1987) - Conclusion du Colloque "Paléontologie et Quaternaire de Normandie : progrès récents dans la connaissance des faunes normandes pléistocènes". *Bull. Centre Géomorph. CNRS, Caen*, 32, pp. 161-172.

LAUTRIDOU J.P. et CLET M. (1988) - Holocène et Pléistocène supérieur du havre de Bricqueville-Lingreville (à paraître).

LECORNU L. (1884) - Notice explicative de la carte géologique de la France à 1/80 000, feuille Coutances (n° 44), 1ère édit., 6 p.

LECORNU L. (1892) - Sur les plissements siluriens dans la région du Cotentin. *Bull. Serv. carte géol. France*, 33, 4, pp. 1-20.

LE GALL J., DISSLER E. et DUPRET L. (1986) - Signification géodynamique des volcanismes briovériens dans le Nord-Est du Massif armoricain. *C.R. Acad. Sc., Paris, II*, 303, pp. 1587-1592.

LEUTWEIN F., SONET J. et ZIMMERMANN J.L. (1968) - Géochronologie et évolution orogénique précambrienne et hercynienne de la partie nord-est du Massif armoricain. *Sciences de la Terre, Nancy*, 11, 84 p.

MANSUY C. (1983) - Les microsphères du Protérozoïque supérieur armoricain (Briovérien) : nature, répartition stratigraphique, affinités biologiques. Thèse 3ème cycle, Univ. Rennes, 108 p.

MATHIEU G. (1943) - Sur les rhyolites et les granites prévarisques en Normandie et en Vendée. *Bull. Soc. géol. France*, (5), XIII, pp. 139-141.

MINOUX L., JANJOU D. et LANGEVIN C. (1987) - Notice explicative de la feuille Vire à 1/50 000. Editions du BRGM, 59 p.

PASTEELS P. et DORÉ F. (1982) - Age of the Vire - Carolles granite. In: Numerical dating in stratigraphy, part II, G. Odin édit., J. Wiley and sons, pp. 784-790.

PETTIJOHN F.J., POTTER P.E. et SIEVER R. (1972) - Sand and sandstone. Springer-Verlag édit., 618 p.

PRIGENT D., VISET L., MORZADEC-KERFOURN M. et LAUTRIDOU J.P. (1983) - Human occupation of the submerged coast of the Massif Armoricaïn and post-glacial sea level-changes. *In: Quaternary coastline and marine archaeology*. Acad. Press, Londres, Masters and Flemming ed., pp. 303-324.

REY R. (1959) - La faunule malacologique de Landéan (Ille-et-Villaine). *Bull. Soc. géol. minér. Bretagne*, 2, pp. 35-70.

ROBLOT M.M. (1962) - Le Briovérien supérieur (X3) aux environs de Granville (Manche). *Bull. Soc. géol. France*, (7), IV, pp. 565-571.

VILLEY M. (1978) - Décrochements hercyniens dans le Briovérien normand (Balleroy, feuille à 1/50 000). *Bull. BRGM*, 2ème sér., I, 4, pp. 365-369.

WEGMANN E., DANGEARD L. et GRAINDOR M.J. (1950) - Sur quelques caractères remarquables de la formation précambrienne connue sous le nom de poudingue de Granville. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, 230, pp. 979-980.

WINTERER E.L. (1964) - Late Precambrian pebly mudstone in Normandy, France: Tillite ou Tilloid?. *In: Problems in Paleoclimatology*, A.E. Nairn edit., London, pp. 159-178.

Carte géologique à 1/80 000

Feuille *Coutance* (n° 44) 1^e édition (1884) par L. LECORNU
2^e édition (1928) par A. BIGOT
3^e édition (1967) par M.J. GRAINDOR.

Carte sédimentologique sous-marine des côtes de France à 1/100 000

Feuille *Bricquebec* (1968).

Carte des sédiments superficiels de la Manche à 1/500 000 (1980)

Atlas du Service Hydrographique de la Marine, n° 550, 1953

DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES

Les documents de terrain ainsi que des échantillons et des lames minces sont conservés au Laboratoire de géologie de Normandie occidentale, à l'Université de Caen, Esplanade de la Paix, 14032 Caen Cedex.

La banque des données du sous-sol du BRGM détient l'inventaire des sondages et autres travaux souterrains exécutés dans le périmètre de la feuille. Ils peuvent être consultés au Service géologique régional de Basse-Normandie, 2, rue du Général Moulin, 14000 Caen.

AUTEURS DE LA NOTICE

La rédaction de la notice a été assurée comme suit :

Géologie du domaine continental et de l'île Chausey par Francis DORÉ, professeur de géologie et Lionel DUPRET maître de conférences à l'Université de Caen; la description des terrains cénozoïques étant assurée par Jean-Pierre LAUTRIDOU, directeur du Centre de Géomorphologie du CNRS à Caen.

Lithologie sous-marine (couverture meuble) par Pierre HOMMERIL, professeur à l'Université de Rouen.

Coordination par Francis DORÉ.

