

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



SAINT-LÔ

par

L. DUPRET, E. DISSLER, J. PONCET,
J. P. COUTARD

SAINT-LÔ

La carte géologique à 1/50 000
SAINT-LÔ est recouverte par les coupures suivantes
de la Carte géologique de la France à 1/80 000 :
au nord : SAINT-LÔ (N°28)
au sud : COUTANCES (N°44)

La Haye-du-Puits	Carentan	Balleroy
Coutances	ST-LÔ	Thorigny-sur-Vire
Granville	Villedieu	Vire

MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE,
DES FINANCES ET DE L'INDUSTRIE
BRGM - SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
B.P. 6009 - 45060 ORLÉANS CEDEX 2 - FRANCE



**NOTICE EXPLICATIVE DE LA FEUILLE
SAINT-LÔ À 1/50 000**

par

L. DUPRET, E. DISSLER, J. PONCET, J.P. COUTARD

avec la collaboration de

M. FRESLON, J.P. CAMUZARD, B. HÉRARD, C. LANGEVIN

1997

**Editions du BRGM
Service géologique national**

Références bibliographiques. Toute référence en bibliographie à ce document doit être faite de la façon suivante :

pour la carte : DUPRET L., DISSLER E., PONCET J., avec la collaboration de COUTARD J.P., LAUTRIDOU J.P., CLOUET G. (1997) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Saint-Lô (143). Orléans : BRGM. Notice explicative par L. Dupret, E. Dissler, J. Poncet, J.P. Coutard et coll. (1997), 84 p.

pour la notice : DUPRET L., DISSLER E., PONCET J., COUTARD J.P., avec la collaboration de FRESLON M., CAMUZARD J.P., HÉRARD B., LANGEVIN C. (1997) - Notice explicative. Carte géol. France (1/50 000), feuille Saint-Lô (143). Orléans : BRGM, 84 p. Carte géologique par L. Dupret, E. Dissler, J. Poncet et coll. (1997).

© BRGM, 1997. Tous droits de traduction et de reproduction réservés. Aucun extrait de ce document ne peut être reproduit, sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit (machine électronique, mécanique, à photocopier, à enregistrer ou tout autre) sans l'autorisation préalable de l'éditeur.

ISBN : 2-7159-1143-2

SOMMAIRE

	Pages
INTRODUCTION	5
<i>SITUATION GÉOGRAPHIQUE</i>	5
<i>CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL - PRÉSENTATION DE LA CARTE</i>	7
<i>TRAVAUX ANTÉRIEURS - CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE</i>	9
DESCRIPTION DES TERRAINS	11
<i>PROTÉROZOÏQUE SUPÉRIEUR : BRIOVÉRIEN</i>	11
Roches sédimentaires et volcaniques	12
Roches plutoniques cadomiennes	21
Roches métamorphiques	26
<i>ROCHES FILONIENNES</i>	29
<i>PALÉOZOÏQUE</i>	30
<i>FORMATIONS SUPERFICIELLES</i>	34
CONDITIONS DE FORMATION DES ENTITÉS GÉOLOGIQUES	37
ÉVOLUTION TECTONO-MÉTAMORPHIQUE	46
SYNTHÈSE GÉODYNAMIQUE RÉGIONALE	55
GÉOLOGIE DE L'ENVIRONNEMENT	58
<i>OCCUPATION DU SOL</i>	58
<i>SUBSTANCES UTILES, CARRIÈRES</i>	60
<i>RESSOURCES EN EAU</i>	64
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE	68
<i>PRÉHISTOIRE ET ARCHÉOLOGIE</i>	68
<i>SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES</i>	69
<i>DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES</i>	70
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	70
AUTEURS	75
ANNEXE : ANALYSES CHIMIQUES (tabl. 1 à 5)	77

INTRODUCTION

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Unités géographiques et régions naturelles

Le territoire couvert par la nouvelle feuille Saint-Lô à 1/50 000 se situe en Basse-Normandie occidentale, dans la partie centrale du département de la Manche. Ses limites orientales et occidentales correspondent respectivement aux méridiens de Saint-Lô* et de Coutances, les deux principales villes du Cotentin méridional.

Cette contrée offre un paysage exclusivement bocager (bocages du Saint-Lois et du Coutançais) où collines et replats sont entrecoupés par de nombreuses vallées bien encaissées. Le caractère accidenté de ce paysage a largement conditionné la vocation herbagère et laitière de cette région, reflet d'une agriculture traditionnelle consacrée à l'élevage bovin (80 % des surfaces utilisées). Les parcelles de dimension toujours modeste et enserrées de nombreuses haies, caractérisent ce milieu très morcelé et cloisonné.

Le relief demeure peu élevé, contrastant toutefois avec les basses terres du bassin de Carentan situé plus au Nord. La moitié du territoire de cette feuille présente des altitudes supérieures à 100 m, réparties suivant une bande grossièrement allongée NW-SE. Trois zones surélevées y culminent (de 150 à 180 m), toutes contrôlées par la géologie :

- l'axe morphologique de Monthuchon-Camprond, d'orientation cadomienne N50°E, coïncidant avec les intrusions trondhjémiques, les métamorphites et les phanites du Briovérien inférieur du quart nord-ouest ;
- la ligne de relief E-W allant de Montpinchon au Mesnil-Herman qui s'arme des barres de grès paléozoïques du synclinal de Montmartin (point culminant de la carte à 181 m, au bois de Souilles) ;
- enfin au Sud-Est, l'escarpement du rebord nord de la zone bocaine, où les conglomérats et arkoses cambriens dominent les aplanissements développés dans les schistes et grès précambriens.

Ces deux dernières zones topographiquement hautes, mais correspondant aux plis synclinaux varisques, impliquent une inversion du relief hérité de la phase d'érosion majeure post-orogénique.

En limite nord de la feuille, les zones basses, d'altitude inférieure à 30 m, s'observent dans la vallée de la Vire et au Nord de Hauteville-la-

* Saint-Lô, préfecture du département de la Manche, s'est implanté sur l'ancien village celte de *Briovera*.

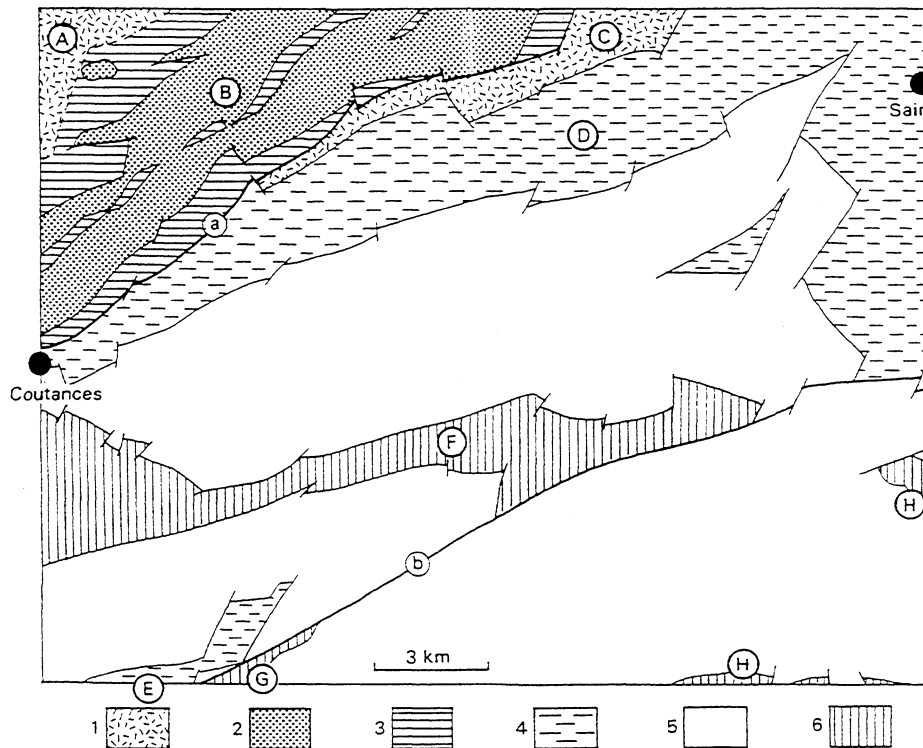


Fig. 1
Les grands ensembles géologiques
de la carte Saint-Lô

- 1 - Volcanites du Briovérien inférieur
- 2 - Intrusion dioritique de Coutances
- 3 - Métamorphites
- 4 - Schistes du Briovérien inférieur
- 5 - Schistes, grès et conglomérats du Briovérien supérieur
- 6 - Terrains paléozoïques

- A - Formation de Montsurvent
 B - Massif plutonique de Coutances
 C - Formation de la Terrette
 D - Formation de Saint-Lô
 E - Formation de Saint-Pair
 F - Synclinal de Montmartin - Cerisy
 G - Synclinal de Mesnil-Aubert
 H - Zone bocaine

- a - Accident de Coutances
 b - Accident de Granville

Guichard. Elles annoncent la dépression des marais du col du Cotentin (feuille Carentan).

Hydrographie

De nombreuses rivières arrosent le territoire de la carte. Elles s'écoulent de part et d'autre d'une ligne de partage des eaux orientée NW-SE, passant par les trois zones déjà mentionnées. Au Nord-Est de cette ligne, les bassins de la Vire et de la Taute convergent vers la baie des Veys pour se déverser en Manche centrale (feuille Carentan). Au Sud-Ouest, les eaux de ruissellement collectées par la Soulle et la Vanne alimentent le bassin-versant de la Sienne qui débouche en Manche occidentale (feuille Coutances).

Le drainage de la partie nord de la carte s'effectue pour l'essentiel par la Vire gonflée des eaux de la Joigne et de l'Hain, et par le cours inférieur de la Taute et ses affluents de rive droite, le Lozon et la Terrette. Toutes ces rivières s'écoulent vers le Nord. Leur orientation semble surtout contrôlée par la fracturation du socle cadomien (NNE-SSW et NW-SE) et, dans une moindre mesure, par la direction structurale des terrains briovériens (N60°E). Le tracé en baïonnette du Lozon et le double méandre de la Vire sont deux bons exemples de cette interférence.

Dans la partie sud, les rivières suivent des cours orientés globalement E-W, canalisés par les structures varisques. La Soulle, après un court trajet S-N, dévie son cours vers l'Ouest en pénétrant dans les assises cambriennes du synclinal de Montmartin (subséquence). Elle le traverse en cluse surimposée avant de serpenter sur les terrains briovériens de Courcy vers Coutances.

Le chevelu développé des eaux de surface, outre son importance dans l'activité agricole, explique la grande dispersion de l'habitat rural de cette région.

CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL PRÉSENTATION DE LA CARTE

Exception faite des maigres placages tertiaires et des formations superficielles quaternaires, les roches du sous-sol de la feuille de Saint-Lô appartiennent toutes aux terrains anciens plissés du Massif armoricain nord-oriental, et plus précisément à son domaine nord-mancellien (fig. 1). Ce domaine, qui s'étend entre la couverture secondaire du bassin de Paris, au Nord, et la Mancellia granitique, au Sud, est constitué d'un socle précambrien, d'âge protérozoïque supérieur (Briovérien, 656-540 Ma),

recouvert en discordance par les terrains paléozoïques datés du Cambrien au Carbonifère. La structuration principale du socle précambrien a été réalisée lors des phases orogéniques cadomiennes (585 ou 540 Ma, selon les régions). Vers 300 Ma, la phase de serrage de l'orogénèse varisque (ou hercynienne) provoque le plissement et la fracturation des séries paléozoïques et réactive certaines structures cadomiennes.

- Les formations du **socle précambrien**, occupant les 9/10 de cette feuille, se répartissent en plusieurs bandes allongées NE-SW. Les terrains les plus anciens, représentés par le Briovérien inférieur de l'arc constantien, se cantonnent pour l'essentiel au Nord d'une ligne Coutances–Saint-Lô, alors que le Briovérien supérieur du bassin mancellien s'étale très largement vers le Sud.

Dans le quart nord-ouest de la feuille, les épanchements volcaniques tholéitiques du Briovérien basal (Formation de Montsurvent) sont relayés vers le Sud-Est par des lames de roches intrusives (massif dioritique de Coutances) encadrées de métamorphites foliées développées aux dépens des volcanites et calcaires du Briovérien inférieur. Cet ensemble de roches endogènes et métamorphiques est limité au Sud par un contact anormal majeur, l'*accident de Coutances*, qui le sépare ainsi des autres formations du Briovérien inférieur, tels les paléobasaltes à pillows de la Terrette ou les schistes de la Formation de Saint-Lô dans lesquels s'individualisent des phtanites et des grès tufacés.

Au Sud de l'axe Coutances–Saint-Lô, la puissante série turbiditique schisto-gréseuse à intercalations–conglomératiques est datée du Briovérien supérieur. Elle occupe le reste du territoire de la feuille, à l'exception toutefois, dans le coin sud-ouest, d'une étroite bande de schistes rubanés attribués au Briovérien inférieur (Formation de Saint-Pair).

- La **couverture paléozoïque**, discordante sur le Briovérien, se localise dans la moitié sud de la carte. Les terrains qui la composent, d'origine détritique terrigène (conglomérat, grès et schistes) ou carbonatée, se sont déposés au cours de plusieurs cycles sédimentaires, depuis le Cambrien jusqu'au Carbonifère inférieur (Viséen). Pendant cette période, qui s'étend de 540 à 300 Ma, et selon les endroits, alternent phases de dépôts et lacunes.

Trois unités synclinales régionales, plus ou moins bien représentées sur cette carte, ont permis la préservation de ces terrains primaires :

– au centre, la partie orientale du *synclinal de Montmartin*, orienté E-W, se compose de deux unités juxtaposées, l'unité cambro-carbonifère de Montmartin, à l'Ouest, et l'unité cambro-ordovicienne de Cerisy-la-Salle, à l'Est, réduite à un flanc sud ;

– au Sud, une série cambro-dévonienne est impliquée dans la terminaison nord-est du *synclinal faillé de Mesnil-Aubert* ;

– au Sud-Est, le flanc nord du *synclinorium de la zone bocaine* est représenté par l'étroite bande de Villebaudon et par l'extrémité orientale du saillant de Trois-Gots (Mesnil-Opac).

Enfin, deux importantes géofractures du bâti cadomo-varisque normand traversent obliquement cette feuille : l'*accident de Coutances* (Dupret *et al.*, 1989), interprété comme une paléosuture (Graviou, 1992), juxtapose deux unités tectono-métamorphiques de la chaîne cadomienne ; le *linéament de Granville*, accident varisque hérité de l'histoire cadomienne, jalonne et tronque les structures paléozoïques de Mesnil-Aubert et de Montmartin. Ces deux accidents au fonctionnement complexe, présentent au moins un jeu décrochevauchant senestre.

TRAVAUX ANTÉRIEURS CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE

Le territoire cartographié sur cette première édition de la feuille Saint-Lô à 1/50 000 est issu du découpage des anciennes feuilles Saint-Lô et Coutances à 1/80 000. Trois éditions de ces dernières ont été publiées :

– Saint-Lô : 1^{re} édition en 1891 par Lecornu ; 2^e édition en 1926 par A. Bigot ; 3^e édition en 1967 par M.J. Graindor, M.M. Roblot, M. Robardet, M. Rioult ;

– Coutances : 1^{re} édition en 1894 par Lecornu ; 2^e édition en 1928 par A. Bigot ; 3^e édition en 1966 par M.J. Graindor, M.M. Roblot.

Rappelons qu'en 1894, C. Barrois choisit Saint-Lô comme localité-type du Briovérien, désignant ainsi les « assises prétendues précambriennes » du Massif armoricain (de *Briovera*, nom celtique signifiant « le pont sur la Vire »).

Par la suite, le socle protérozoïque de cette région a été principalement étudié par M.J. Graindor (1957) qui s'appuya sur la description des séries briovériennes du Cotentin méridional pour établir le premier schéma stratigraphique du Précambrien normand. En 1961, M.M. Roblot entreprit l'étude détaillée des niveaux silico-carbonés (phtanites) de la région de Coutances–Saint-Lô. Plus récemment, une analyse tectono-métamorphique et géophysique a été réalisée sur le secteur de Coutances (Bardy, 1989).

Les terrains paléozoïques du synclinal de Montmartin–Cerisy-la-Salle, dont l'âge des séries basales est encore sujet à discussions, ont fait l'objet de quelques études ponctuelles à caractère sédimentologique (Poncet,

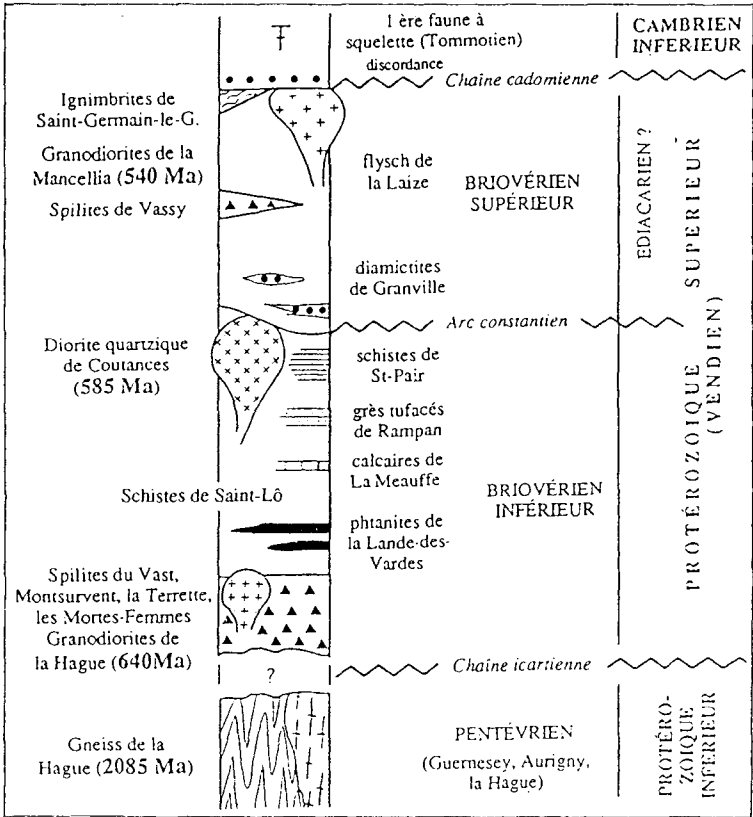


Fig. 2 - Tableau synoptique du Protérozoïque du Nord-Est du Massif armoricain

1968), stratigraphique (Pelhâte et Poncet, 1970, 1975 ; Poncet et Giresse, 1972) ou tectonique (Robardet, 1981).

La région de Coutances-Saint-Lô demeure une région-clef pour comprendre l'histoire cadomienne en Normandie. Les informations nouvelles apportées par les levés de cette carte, réalisés entre 1985 et 1991, complètent celles fournies par les feuilles voisines Granville (Doré *et al.*, 1988) et Coutances (Dupret *et al.*, 1989). Elles ont très largement contribué à l'avancement de nos connaissances sur l'évolution géodynamique de cet orogène (Dissler *et al.*, 1988 ; Dupret *et al.*, 1990). En effet, c'est dans cette région que furent mises en évidence les formations volcaniques briovériennes de Montsurvent (Dupret *et al.*, 1985a) et de la Terrette (Le Gall *et al.*, 1986), considérées comme les témoins d'un dispositif d'arc insulaire et de bassin arrière-arc en domaine de subduction. Autre spécificité régionale, le massif dioritique de Coutances caractérise le magmatisme orogénique cadomien, mis en place vers 585 Ma, et conduit à l'édification de l'arc constantien. La cartographie proposée ici distingue, pour la première fois au sein de ce massif, un faciès de tonalite et un faciès de bordure plus différencié (trondhjémite).

Par ailleurs, une révision stratigraphique des formations paléozoïques du synclinal de Cerisy-la-Salle est proposée, impliquant une rénovation du schéma paléogéographique.

DESCRIPTION DES TERRAINS

PROTÉROZOÏQUE SUPÉRIEUR : BRIOVÉRIEN

Cerné par le Pentévrien (2 200 Ma) et le Cambrien inférieur (530 Ma), le système Briovérien (fig. 2), d'âge protérozoïque supérieur, a duré une centaine de millions d'années, entre 656 et 540 Ma (Guerrot *et al.*, 1989). En l'absence de critères biostratigraphiques, un découpage en deux groupes basé sur les remaniements sédimentaires est reconnu (Dissler *et al.*, 1988 ; Dupret, 1988a,b).

Le *Briovérien inférieur* comprend plusieurs formations volcaniques tholéiitiques (formations du Vast, de Montsurvent, de la Terrette, des Mortes-Femmes) et des séries sédimentaires à dominante terrigène (formations de Saint-Lô et de Saint-Pair). Dans la Formation de Saint-Lô s'individualisent plusieurs faciès repères (les phtanites de La Lande-des-Vardes, les calcaires de La Meauffe ou les grès tufacés de Rampan).

Le *Briovérien supérieur* est constitué d'une épaisse série détritico-terrigenne, à turbidites silto-gréseuses et conglomérats remaniant les séries

inférieures (formations de Morsalines, de Granville, du Thar ou de la Laize), et d'un bref épisode volcanique représenté par les spilites distensives de Vassy (Dupret *et al.*, 1985b).

Cette division en deux ensembles lithostratigraphiques établie en Normandie est à paralléliser avec le Briovérien à phtanites et le Briovérien post-phtanites de Bretagne (Le Corre, 1977). La coupure entre ces deux ensembles se situerait vers 585 Ma avec la mise en place de la diorite de Coutances.

Toutes ces séries briovériennes sont impliquées dans l'orogène cadomien caractérisé dans le Nord du Massif armoricain par deux grands domaines structuraux : le *domaine domnonéen* au Nord et le *domaine mancellien* au Sud. La limite entre ces deux domaines passe sur le territoire de la carte et coïncide avec l'accident de Coutances (voir fig. 11 et § Structuration des terrains précambriens).

Roches sédimentaires et volcaniques

Domaine domnonéen

Briovérien inférieur

Formation de Montsurvent. Cette formation paléovolcanique du Briovérien inférieur, très largement représentée sur la carte voisine Coutances où elle a été définie (Dupret *et al.*, 1989), occupe le quart nord-ouest de la feuille. Elle constitue plusieurs bandes allongées NE-SW, plus ou moins métamorphisées et séparées par des lames de roches plutoniques cadomiennes. Sa limite méridionale coïncide avec l'accident de Coutances. Hors ceinture métamorphique, les faciès volcaniques cartographiés sous les symboles $b_1\rho M$ et $b_1\beta M$ ont une extension cantonnée à l'angle nord-ouest de cette feuille.

La Formation de Montsurvent se caractérise par une grande variété de faciès paléovolcaniques étroitement imbriqués où laves basaltiques, andésitiques et dacitiques alternent avec des tuffites et des pyroclastites (Dupret *et al.*, 1985a). Cette diversité des matériaux émis est difficile à transcrire cartographiquement compte tenu de l'échelle.

Selon leur teneur en silice, et prolongeant en cela la cartographie réalisée sur la feuille Coutances, deux groupes de volcanites ont été distingués au sein de cette Formation de Montsurvent :

– un ensemble basique, noté $b_1\beta M$, comprenant principalement des laves, des brèches et des tuffites ;

– un ensemble à chimisme intermédiaire à acide, noté b_1pM , où les laves andésitiques et dacitiques sont associées à d'abondantes volcanoclastites.

Toutes ces roches présentent des paragenèses de basse température caractéristiques des complexes spilito-kératophyriques.

Les analyses chimiques effectuées sur les faciès de laves (tabl. 1) confirment la diversité de composition révélée par leur minéralogie, avec des taux de SiO_2 variant de 52 à 76 %. Les faibles teneurs en K_2O et CaO , et le caractère sodique affirmé, traduisent les phénomènes de spilitisation de la série.

Toutes ces roches sont très altérées et affleurent mal. Les meilleurs sites d'observation sont situés le long de la vallée de la Taute, au lieu-dit le Petit Moulin ($x = 327,25$; $y = 1166,4$) et dans les anciennes carrières de Saint-Michel-de-la Pierre ($x = 329,25$; $y = 1166,65$).

Signalons enfin que les roches ultrabasiques entièrement serpentinisées (Saunier, 1982), connues en sondages et blocs volants en bordure sud de la feuille Carentan, n'ont pas été retrouvées sur cette feuille.

b_1pM . Paléovolcanites acides et intermédiaires. Ont été cartographiées sous ce symbole des laves à chimisme intermédiaire et acide, et des volcanoclastites riches en quartz.

En fonction de la composition minéralogique et des textures magmatiques, et malgré les pseudomorphoses secondaires qui transforment les paragenèses initiales, trois principaux types de **laves** sont reconnus :

– *andésites*. Ces roches vert clair, à texture microlitique porphyrique, se caractérisent par l'abondance des phénocristaux de plagioclases (An 5-10) et une mésostase principalement chloriteuse avec calcite, quartz secondaire, épidote et quelques sulfures ; quelques rares fantômes de pyroxènes chloritisés constituent des reliques de la paragenèse primaire ;

– *rhyodacites*. Ce sont des roches leucocrates à texture hyalomicrolitique ou hyaline, entièrement dévitrifiées, où les cristaux automorphes d'albite (An 5), de quartz et de feldspath potassique sont noyés dans un fond microgrenu quartzo-feldspathique ;

– *trachytes*. Ces quelques laves aphanitiques, à texture typiquement trachytique, présentent des microlites de feldspath alcalin emballés dans un fond felsitique de quartz et de chlorite.

Les laves sont interstratifiées dans un important cortège de **volcanoclastites acides** où dominent très largement les tuffites. Ces roches à grain fin ou moyen, sont constituées en proportions variables d'éléments volcaniques (quartz rhyolitique, débris de laves) mélangés à des

fragments de roches sédimentaires (épicles). Quelques niveaux de pyroclastites grossières sous forme de brèches à débris de lave et fragments tufacés s'observent également et témoignent d'intenses manifestations explosives.

b₁βM. Paléovolcanites basiques. Sous cette notation sont regroupées les laves associées à des tuffites basiques.

Les *laves* ont une composition de basaltes ou d'andésite basaltiques spilitisées, de teinte bleu-vert en dehors des zones d'altération, et présentent un important réseau de microdiaclasses tapissées d'oxydes violacés de fer et de manganèse. À l'échelle microscopique, ces roches possèdent le plus souvent une structure microlitique fine à texture intersertale ou fluidale. À la paragenèse de basse température typique des spilites à albite-chlorite-épidote s'ajoutent des minéraux accessoires (sphène, calcite, quartz et opaques). Dans les faciès aphanitiques, de fins microlites d'albite sont disséminés dans une mésostase de chlorite, d'épidote en granules, de calcite et de minéraux opaques. Le développement de petits cristaux automorphes d'amphibole de type actinote est à relier aux effets du métamorphisme régional épizonal.

Les *tuffites basiques* présentent une alternance de lits quartzofeldspathiques clairs et de lits riches en épidote verdâtres, englobant divers clastes d'origine volcanique ou sédimentaire. Selon la teneur en débris de roches volcaniques, on distingue en lame mince des tuffites *s.s* ou bien des grès grauwaqueux tufacés.

Domaine mancellien

Briovérien inférieur

b₁βT. Formation de la Terrette : paléobasaltes à débit en coussins (pillow lavas). D'extension modeste, cette formation paléovolcanique du Briovérien inférieur s'étend, au Nord de la feuille, entre les vallées du Lozon et de la Terrette. Elle se compose essentiellement de laves basiques spilitiques (paléobasaltes). Les termes laviques acides et andésitiques ainsi que les volcanoclastites rencontrés dans la Formation de Montsurvent sont ici absents. Outre leur spécificité géochimique, une des principales caractéristiques de ces paléobasaltes réside dans la présence fréquente de coulées à débit en coussins (pillow lavas), de diamètre décimétrique à métrique, qui attestent d'un refroidissement brutal sous-marin, sous le niveau de compensation de la pression (Le Gall et al., 1986).

La qualité des affleurements est souvent très médiocre par suite d'une dégradation très poussée de ces roches qui subissent fortement l'altération superficielle. Les meilleurs points d'observation se situent en rive gauche de la Terrette, et tout particulièrement à l'Est de la ferme de la Trouirie ($x = 342,5$; $y = 1165,15$) où l'empilement des pillows, en position normale, est bien visible. D'autres affleurements intéressants existent près de La Chapelle-en-Juger, soit à l'Est ($x = 341,5$; $y = 1164,8$), soit au Nord de la station de pompage ($x = 340,25$; $y = 1165,1$) et près de l'Hôtel-Gardie ($x = 337$; $y = 1163,25$).

La Formation de la Terrette est limitée au Nord par l'accident de Coutances qui l'accrole tectoniquement au massif dioritique et aux métamorphites du domaine domnonéen. Au Sud, elle est en contact stratigraphique avec la Formation de Saint-Lô (b1L) qui la remanie sous forme de brèches. Ainsi, dans le domaine mancennien, la série volcanique est clairement à la base de la succession briovérienne. La position stratigraphique des volcanites de la Formation de Montsurvent est moins bien établie ; en tout état de cause, elles sont antérieures au Briovérien supérieur et peuvent, dans l'état actuel de nos connaissances, être corrélées avec celles de la Terrette.

Les laves, de couleur vert sombre, ont la particularité de se fragmenter suivant un réseau très dense de microfractures enduites d'oxydes de fer et de manganèse. Ceux-ci donnent une patine brun violacé à la roche. En lame mince, ces roches présentent une structure microlitique ou parfois microgrenue. Au plan minéralogique, le caractère spilitique de ces laves basiques se reflète dans la paragenèse de base à albite, chlorite \pm clinopyroxène, calcite, quartz, épidote, sphène. De la paragenèse primaire, seuls les clinopyroxènes sont exceptionnellement conservés, surtout dans les termes les plus microgrenus issus des cheminées d'alimentation ou de dykes (la Maison-Neuve : $x = 337,55$; $y = 1163,1$; et au Sud du Bucheux : $x = 331,1$; $y = 1161,6$). Toutefois, de nombreux fantômes d'olivine automorphe, entièrement serpentinisée et chloritisée, s'observent fréquemment. Ces phénocristaux sont entourés d'un feutrage de chlorite et d'albite aciculaire à terminaisons fourchues présentant une spectaculaire texture arborescente qui évoque les figures de trempe des MORB actuels. La zone corticale externe des pillows se caractérise par une bordure variolitique de 2 cm d'épaisseur, constituée de petites pustules chloriteuses de quelques millimètres de diamètre.

Les analyses chimiques des éléments majeurs et traces (tabl. 2) indiquent pour ces laves basiques une tendance tholéiitique : 47,5 à 50,7 % de SiO_2 , pauvreté en alcalin, richesse relative en Fe et Mg (les autres

caractères géochimiques sont présentés plus loin au chapitre « Conditions de formation des entités géologiques »).

b1L. Formation de Saint-Lô. Siltites et grès fins. Cette formation, essentiellement détritique terrigène, se compose en majorité de siltites fines épimétamorphiques (zone de la chlorite) dans lesquelles s'intercalent des lentilles de microquartzites noirs de nature silico-carbonée (phtanites de la Landes-des-Vardes), des grès tufacés (faciès grès de Rampan) et quelques niveaux de brèches à éléments volcaniques. Toutes ces roches sont intensément déformées par une schistosité de type flux associée à des plis isoclinaux très serrés.

L'altération de cette formation à dominante schisteuse est particulièrement prononcée. Les meilleurs points d'observation se situent au niveau de la vallée de la Vire, en rive gauche à Agneaux, en rive droite au Nord de Saint-Lô et sous les remparts de la ville, et le long de la vallée de la Terrette.

- Les **siltites** sont constituées de fines alternances de straticules silteuses ou quartzieuses, de couleur variable selon le degré d'altération (noir, gris-bleu, vert ou beige). Elles contiennent essentiellement des minéraux phylliteux (chlorite magnésienne et illite) associés à des fines particules de quartz, de feldspath et des granules de pyrite. La schistosité de flux, très marquée dans ce faciès, transpose tous les marqueurs sédimentaires et rend illusoire toute étude sédimentologique.

- Les **phtanites** (b1L11) sont des roches silico-carbonées très résistantes, de couleur noire, parsemées de veinules de quartz microplissées. Ces roches sont constituées de quartz micro- à cryptocristallin ($\text{SiO}_2 > 92\%$) dans lequel se dispersent de rares phyllites (illite essentiellement) et des cristaux de pyrite. La couleur noire est due à la présence d'un pigment charbonneux (Roblot, 1971). Elles renferment les plus anciennes traces de vie du Briovérien normand sous la forme de cyanobactéries (*Palaeo-cryptidium cayeuxi* et *Bavlinella faveolata*) sans valeur stratigraphique (Mansuy, 1983). Leur dureté leur a valu d'être exploitées dans de nombreuses petites carrières aujourd'hui ennoyées ou totalement comblées. Seules les anciennes exploitations de la Lande-des-Vardes, à l'Est de Coutances, montrent encore quelques petits fronts de taille.

Les phtanites ont longtemps été considérés comme une unité lithologique repère au sein du Briovérien inférieur. Les mauvaises conditions d'affleurement, couplées à l'intense degré de déformation (plis isoclinaux à schistosité de flux) de cette série, ne permettent pas de conclure sur la présence d'un unique horizon repère, répété et dilacéré tectoniquement, ou sur l'existence de plusieurs niveaux, plus ou moins

lenticulaires. Quoi qu'il en soit, par leur résistance mécanique et leur aptitude à être remaniés, les phtanites restent, avec certaines volcanites, un bon marqueur lithostratigraphique pour le Briovérien régional.

Cette précipitation de silice en milieu réducteur semble tirer son origine du fonctionnement de l'arc volcanique de Montsurvent, comme en témoigne aussi le caractère volcanogène des grès associés. Certains échantillons de siltite remaniant des éclats de phtanite montrent clairement que la silicification est précoce et antérieure à la déformation synschisteuse cadomienne.

- Les faciès gréseux sont représentés par des **grès tufacés** ($b_{1L[2]}$) à composition de grauwackes lithiques (matrice comprise entre 15 et 34 %) moyennement riches en quartz. La fraction feldspathique est dominée par l'albite (An 0-15) et peut constituer jusqu'à 12 % des éléments figurés. Quelques feldspaths potassiques (microcline) sont également présents (4,6 %). Les lithoclastes les plus abondants (20 %) proviennent de roches volcaniques acides à intermédiaires, et sont issus vraisemblablement du remaniement de la Formation de Montsurvent. De rares éléments d'origine sédimentaire (pélites, grès), métamorphique et plutonique s'observent également.

- Enfin, des niveaux de **brèche** ($b_{1L[3]}$) à éléments centimétriques plus ou moins roulés de roches volcaniques et de phtanites sont interstratifiés dans les siltites fines et semblent cantonnés en bordure nord de la formation, à proximité des basaltes de la Terrette.

Du point de vue de leur composition chimique (tabl. 3), ces sédiments du Briovérien inférieur se caractérisent par leur pauvreté en CaO (0,39 % pour les siltites ; 0,26 % pour les grès) et par un rapport $Na_2O / K_2O > 1$ (Dabard, 1990).

b_{1P} . Formation de Saint-Pair : alternances silto-gréseuses finement rubanées. Cette formation, définie sur la feuille voisine Granville, affleure modestement dans l'angle sud-ouest de la carte, entre la Formation de Quetteville et l'accident de Granville. Elle marque ici la limite orientale de la bande de Bréhal qui s'élargit vers l'Ouest (Doré *et al.*, 1988). Les seuls bons affleurements sont visibles à l'Est et au Sud de Guéhébert, en rive droite de la Vanne ($x = 330$; $y = 1148$) et du ruisseau Cagnard ($x = 328,5$; $y = 1147,3$).

Les roches qui la composent sont très comparables aux schistes de la Formation de Saint-Lô, mais l'on note ici l'absence de niveaux de phtanite interstratifiés et de brèche. Il s'agit de fines alternances de siltite, d'argilite noire et de bancs de grès fin grauwackeux, fréquemment lardés de quartz

et présentant un aspect lustré dû à une intense schistosité de type flux. Les siltites sont formées par une association à illite (59 %) et chlorite (41 %), plus une phase quartzreuse très fine. La cristallinité des illites signale un degré métamorphique épizonal (Dupret, 1974).

Briovérien supérieur

En Normandie, la sédimentation exclusivement détritique et terrigène du Briovérien supérieur présente l'organisation d'un flysch, réparti en deux bassins (bassin nord-Cotentin et bassin mancellien) de part et d'autre de l'axe Coutances–Saint-Lô. Entre 584 et 540 Ma, ces bassins ont été comblés par des dépôts à forte immaturité de texture et de composition qui résultent de l'érosion de l'arc constantien.

Sur le territoire de la feuille, cette série plissée dotée d'une épaisseur atteignant probablement plusieurs milliers de mètres, apparaît sous la forme d'alternances silto-gréseuses à intercalations conglomératiques, produits du remaniement des formations du Briovérien inférieur. Son cortège de minéraux argileux, illite dominante et chlorite à indices de cristallinité faible, désigne un climat métamorphique anchizonal.

La découverte, au Nord-Ouest de Fervaches, d'une piste de vers de type *Planolites* constitue la première preuve d'activité animale dans le Briovérien normand. Cet ichnofaciès ne permet cependant pas d'attribuer un âge chronostratigraphique précis au Briovérien.

b2G. Formation de Granville : alternances de siltites, grauwackes et conglomérats. Cette notation regroupe les faciès caractéristiques du Briovérien supérieur composé d'alternances rythmiques silto-grauwackeuses et d'intercalations lenticulaires de conglomérats polygéniques comparables à celles de la région de Granville.

- Les **alternances silto-grauwackeuses** s'apparentent à des turbidites organisées en séquences granoclassées. Les sites d'observation les plus spectaculaires se situent le long du Marqueron (au Sud du Mesnil-Opac), sur les rives du ruisseau du Moulin-de-Chevry, au Sud de Pont-Brocard, dans la carrière de la Martinière (RD 972), en bordure de la Soulle (Ouest de Soulles, Nord de la Haye-Bellefond, Ouest de Belval, carrière de Savigny), enfin aux abords de Canisy.

Des figures sédimentaires, témoins de l'existence de paléocourants, sont visibles à la faveur des bons affleurements. En sommet de banc, les plus fréquentes sont les rides asymétriques (figures à grande longueur d'onde et faible amplitude). Les bases de banc permettent l'examen de figures de courant (sillons d'érosion), de traces engendrées par des objets (sillons de

traînage, traces d'impacts), de figures d'enfoncement gravitaire (banc grauwakeux s'enfonçant dans le matériau fin sous-jacent). La carrière du Fût (Est de la Martinière) fournit en outre d'excellentes conditions d'observation de pseudonodules. Ce site mérite par ailleurs une mention particulière en raison du développement spectaculaire des minéralisations que l'on y rencontre (calcite, pyrite, chalcopyrite, graphite).

La plus grande partie des turbidites est constituée d'une grauwake grossière à éléments lithiques plurimillimétriques à millimétriques dont la fréquence et la taille décroissent vers le haut de la séquence. Y succèdent, du bas vers le haut, une siltite à récurrences gréseuses et à fins litages obliques au sommet, puis une argilite qui termine généralement la séquence. Ce classement peut être perturbé par la présence d'intraclastes argileux (galets de boue) ou de structure de glissement (slumps).

Une abondante fraction de débris lithiques caractérise les grauwalkes en lame mince (10 à 20 %) : volcanites aphanitiques ou microlitiques (rhyolite et andésite), microquartzites, phtanites, tuffites, siltites abondent dans ces roches très immatures à forte composante matricielle quartzophylliteuse (30 à 50 %). Des clastes de quartz (15 à 50 %), feldspaths et minéraux opaques constituent les autres éléments de ce matériau peu usé et mal calibré.

Les siltites de couleur gris-vert ou gris-noir, parfois finement rubanées, abritent une fraction quartzreuse très fine (40 %) et une fraction phylliteuse à illite abondante et chlorite.

Ces turbidites apparaissent localement sous un faciès plus distal à siltite dominante, voire exclusive. Elles présentent alors un débit ardoisier ; l'existence de schistes noirs est notée plus fréquemment tandis que les grès fins, souvent straticulés et à faciès « lessivé », sont signalés plus rarement. Les meilleurs sites d'examen de ces roches sont fournis par la carrière de la Nicollerie à l'Est de Chevry, par les affleurements bordant la Souilles (au Sud de Savigny et le long du ruisseau de la Sauvagère), et ceux des berges du ruisseau du Pont-de-Cée.

Au Sud de Coutances, les turbidites du Briovérien supérieur présentent localement un **faciès hydrothermalisé** et cataclaté qui confère aux grès une dureté plus importante, un son « cristallin », un aspect général recuit. Ce faciès, différencié sur la carte (b2G[2]), est présent dans la vallée de la Souille, au Sud de Courcy (lieux-dits le Val et la Vitardière), aux lieux-dits Villodon (Est de Coutances), à la Philippière (Sud de Belval gare) et au Roussel (Est de Courcy). Il est clairement lié à la fracturation cadomovarisque. De même, les grauwalkes affleurant directement au Sud de l'accident N90°E de Saint-Romphaire s'avèrent très altérées, carriées, parfois rubéfiées. Quelques faciès bréchiques parcourus de filonnets de quartz y sont détectés.

• Les **conglomérats** (b2G(1)), intercalés en lentilles hectométriques à décamétriques au sein des faciès précédents, contiennent des galets arrondis plus ou moins jointifs centimétriques à décimétriques, mal classés, de roches endogènes et sédimentaires, rassemblés dans une matrice grauwackeuse grossière. La composition des éléments remaniés est très hétérolithique : andésite, paléobasalte, rhyolite, tuffite, hyaloclastite, siltite, phtanite ; quelques galets de microgranite et métamorphite rubanée ; de très rares galets de roche grenue foliée à amphibole qui pourrait être assimilée à la diorite de Coutances.

Les conglomérats constituent deux bandes principales :

- au Sud-Est de Coutances (le Village-au-Comte, le Pavillon, Villodon, la Chanterie) ;
- au Sud de Roncey (l'Avocaterie, la Jouannerie, l'Hôtel-Henri).

De façon plus aléatoire, ils apparaissent dans le bois de Dangy, au Sud de Cerisy-la-Salle (carrefour Guillou), au Sud de Souilles (la Colasière), au Sud de Fervaches (le Val) et au Pont-à-Mazé.

b2Q. Formation de Quetteville : schistes et grauwackes. Occupant le quart sud-ouest de la feuille au Sud du synclinal de Montmartin–Cerisy, la Formation de Quetteville est reconnue, en prolongement de la feuille Coutances, à la faveur de quelques affleurements significatifs le long de la Vanne, au niveau des carrières du Village-Rayet (Nord-Ouest de Guéhébert) ou de celles bordant le ruisseau Cagnard.

Il s'agit d'alternances décimétriques et rythmiques de grès grauwackeux et de siltites de couleur gris-brun ou gris-noir, parfois rubanés. En lame mince, les grauwackes contiennent des fragments de quartz (40 %), des feldspaths fréquemment noirs (7 à 15 %) et des débris lithiques (10 à 20 %) assimilés à des lithoclastes de volcanites acides aphanitiques, andésites microlitiques, tuffites, siltites et microquartzites noirs évoquant les phtanites. Une schistosité de flux naissant entraîne une orientation des grains qui subissent également un début d'étirement, et une recristallisation de la matrice quartzo-phylliteuse (30 %).

Les formations de Lingreville (feuille Granville) ou de Quetteville (feuille Coutances) étaient attribuées au Briovérien « moyen-supérieur » (selon la subdivision tripartite de ce système alors en vigueur) et notées b2-3. Sur la feuille Saint-Lô, la présence de conglomérats à l'Hôtel-Bouillon au Nord de Trelly, intercalés dans cette formation et identiques en composition aux conglomérats du Briovérien supérieur (remaniement des phtanites), tend à conforter toutefois l'appartenance de la Formation de Quetteville au groupe supérieur du Briovérien (notation actuelle : b2).

Cette notation est également affectée à un ensemble possédant ces mêmes caractéristiques lithologiques et structurales au Nord-Est du synclinal de Montmartin-Cerisy. Les rives du ruisseau de la Planche-Féron, à l'Ouest de Saint-Samson-de-Bonfossé, et la périphérie de Dangy fournissent de bonnes conditions d'examen. On y découvre de façon générale des grauwackes fines étirées et des siltites à caractère ardoisier, dont la stratification se désolidarise de la schistosité à la faveur des rares charnières de plis synschisteux observables. Les carrières présentes le long de l'affluent de la Joigne au Sud de Quibou (Nord-Ouest du lieu-dit la Chouquais) permettent de retrouver, malgré l'état de déformation, des alternances gréseuses montrant une organisation en turbidites grano-classées. L'affleurement de la Saunerie, à l'Est de Dangy, offre un faciès très riche en lithoclastes plurimillimétriques qui s'avèrent être, à l'échelle microscopique, des fragments de microquartzite dont l'étirement important ne permet pas de définir assurément leur origine épicyclastique ou pyroclastique.

Roches plutoniques cadomiennes

Les roches grenues se cantonnent au quart nord-ouest de la feuille et correspondent au massif de Coutances et au petit pointement de leucogranite de la Cléroterie. Elles appartiennent toutes à l'histoire magmatique cadomienne.

Massif de Coutances

Le massif de Coutances est constitué de plusieurs lanières de roches grenues foliées, orientées NE-SW, s'échelonnant depuis Feugères à l'Est (feuille Carentan à 1/50 000) jusqu'à Coutainville à l'Ouest (feuille Coutances à 1/50 000). Il regroupe deux unités plutoniques distinctes (non différenciées sur les cartes géologiques antérieures) :

- une *diorite quartzique* à hornblende verte (γ^5) représentant en volume la plus grande partie du massif ;
- une *trondhémite* claire, à grain moyen (γ^5), localisée sur la bordure méridionale de l'intrusion.

L'altération superficielle, particulièrement forte dans cette région où l'on note son intensité croissante d'Est en Ouest, engendre une arénisation poussée de ces faciès grenus. Celle-ci s'exprime au travers d'un manteau d'arènes sableuses de 2 à 5 m d'épaisseur en moyenne (cf. « Formations superficielles »). De ce fait, les affleurements de roches saines sont rares.

L'encaissant de ces roches plutoniques se compose de métavolcanites et de métasédiments (faciès amphibolite) issus des formations du Briovérien

inférieur déjà décrites. La phase tectono-métamorphique à l'origine de ces roches apparaît synchronique de la mise en place sous contrainte de l'intrusion dioritique (vers 585 Ma). En effet, la diorite quartzique et son faciès de bordure trondhjémite présentent une foliation syncristalline, soulignée par une orientation préférentielle des amphiboles et des plagioclases, conforme à la foliation de son encaissant métamorphique.

Plusieurs couloirs de cisaillement ductiles à composante décrochante senestre s'observent également en limite du batholite, principalement en bordure sud où apparaissent de véritables mylonites.

Υ^5 . **Diorite quartzique (tonalite)**. Les affleurements de cette roche méso-crate à gros grain se réduisent souvent aux boules des chaos provenant de l'arénisation (région de Mesnilbus et de Hauteville-la-Guichard). Les autres pointements dioritiques se localisent en flanc de vallée (Ouest de la Billardière : $x = 330,55$; $y = 1164,7$; rive droite de la Taute), dans les anciens sites d'extraction et dans la tranchée de chemin de fer désaffectée de la ligne Coutances-Carentan (Ouest de la Réauté : $x = 327,8$; $y = 1163,45$).

La diorite quartzitique se caractérise par l'association minérale suivante : plagioclase de type andésine (An 40-45) en phénocristaux automorphes zonés ; hornblende verte en grandes lattes orientées ; quartz xénomorphe interstitiel ; biotite. À cette paragenèse s'ajoutent quelques minéraux accessoires : feldspath potassique de type orthose partiellement perthitique, ilménite, apatite, zircon, sphène, muscovite et plus rarement grenat. La séricite, l'épidote et la chlorite, constituent les minéraux secondaires résultant de l'altération des plagioclases et des minéraux ferromagnésiens (hornblende et biotite).

Les comptages en lame mince des minéraux cardinaux ont donné : 54 % de plagioclase, 21 % de quartz, 13 % de hornblende verte, 8,5 % de biotite et 2 % d'orthose. Suivant la classification de Streckeisen, cette roche est une tonalite.

L'étude microscopique révèle la cristallisation orientée des minéraux ferromagnésiens (hornblende puis biotite) qui matérialise ainsi une foliation syncristalline. Celle-ci se crée dans un régime principal d'aplatissement pur auquel peut se superposer localement une composante rotationnelle. Ces plans de foliation portent une linéation d'étirement minéral s'exprimant par l'orientation statistique des axes « C » des amphiboles et par l'allongement et la microfracturation des plagioclases.

La composition chimique moyenne calculée à partir de 16 analyses de diorite quartzique (tabl. 4) s'établit comme suit (en pourcentage) : SiO_2 :

60,3 ; Al_2O_3 : 17,21 ; fer total : 5,55 ; MnO : 0,19 ; MgO : 3,21 ; CaO : 4,79 ; Na_2O : 3,78 ; K_2O : 1,49 ; TiO_2 : 0,61 ; P_2O_5 : 0,16 ; perte au feu : 2,3. On note, pour ces roches à chimisme intermédiaire (60 % de SiO_2), les teneurs élevées en fer total, MgO et CaO et faibles en K_2O . Ceci est en accord avec la composition minéralogique (richesse en minéraux colorés, prédominance des plagioclases). Les compositions normatives CIPW des feldspaths conforte l'analyse modale en situant la diorite quartzique de Coutances dans le champ des tonalites du diagramme d'O'Connor (fig. 3). Ces roches appartiennent à une série magmatique calco-alkaline comme en témoignent les diagrammes géochimiques classiques (AFM, alcalins/silice, SiO_2 en fonction de FeO/MgO).

La diorite quartzique de Coutances se met en place dans les séries du Briovérien inférieur métamorphisées dans le faciès amphibolite. Une datation radiométrique basée sur la méthode U/Pb sur zircons (fig. 4), et effectuée sur des échantillons provenant des Roches-Bichues ($x = 333,1$; $y = 1166,5$), précise son âge de mise en place à 584 ± 4 Ma (Guerrot *et al.*, 1989).

Dans le dispositif cadomien armoricain, la diorite de Coutances est considérée comme l'équivalent de la diorite de Fort-la-Latte en Bretagne septentrionale (pétrographie, chimisme et âge semblables). Elle s'en distingue cependant par la rareté des enclaves et la quasi-absence de cortège filonien. Signalons tout de même, dans la région de Lozon (feuille Carentan), la présence de très rares enclaves décimétriques basiques, riches en amphibole et biotite, résultant d'un processus de type cumulat.

⁴5. **Trondhjémite (faciès de bordure)**. Ce faciès leucocrate à grain moyen se cantonne à la bordure méridionale du massif plutonique de Coutances où il constitue une bande orientée NE-SW d'environ un kilomètre de large. Longtemps considéré comme un faciès cataclasé de la diorite quartzique, ces roches s'en distinguent par la richesse en quartz et en feldspath potassique et par la quasi-absence de hornblende. Elles sont aussi fréquemment parcourues par une résille de diaclases tapissées d'oxydes noirs. Plus résistantes à l'altération ces roches forment souvent les crêtes topographiques et ont été abondamment utilisées dans les constructions du Coutançais de préférence au faciès à gros grain. Signalons quelques points d'observation intéressants : les carrières abandonnées de la Sauvagerie ($x = 336,8$; $y = 1164,25$) et du Mériotel ($x = 328$; $y = 1161,15$) ; les affleurements situés en rive droite de la Vanloue au Village-de-la-Homérillière ($x = 332,35$; $y = 1163,65$) ; la tranchée de chemin de fer au Sault-Bout ($x = 328,6$; $y = 1161,45$).

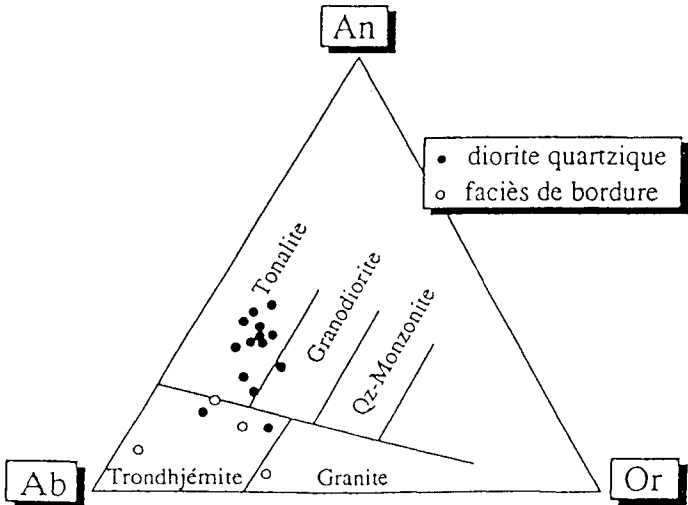


Fig. 3 - Classification des échantillons du massif plutonique de Coutances d'après la composition normative des feldspaths. Diagramme de O'Connor (1965) : anorthite (An), albite (Ab) et orthose (Or)

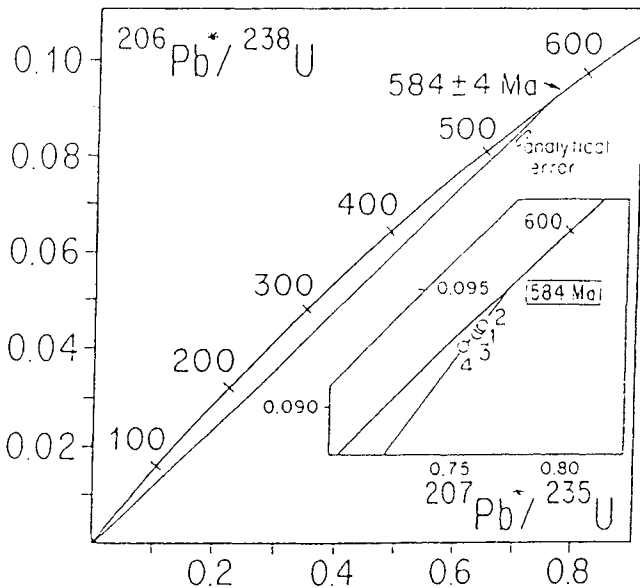


Fig. 4 - Diagramme concordia U/Pb sur zircons de la diorite quartzique de Coutances (échantillons provenant des Roches-Bichues)

L'examen en lame mince permet d'en établir la paragenèse principale : andésine abondante (An 45) plus ou moins séricitisée, déformée et cassée (26,8 %) ; quartz xénomorphe ou en mosaïque microcristalline (32,5 %) ; grandes plages de feldspath potassique (orthose perthitique) xénomorphe englobant de petits plagioclases (28,5 %) ; biotite fréquemment dégradée en chlorite (4,8 %) ; muscovite (5,7 %). Dans le diagramme de Streck-eisen, cette roche occupe le champ des monzogranites.

Les analyses chimiques réalisées sur ce faciès de bordure donnent la composition moyenne suivante : SiO_2 : 73,06 ; Al_2O_3 : 15,27 ; Fe_2O_3 : 1,23 ; MnO : 0,05 ; MgO : 0,29 ; CaO : 1,66 ; Na_2O : 4,73 ; K_2O : 1,75 ; TiO_2 : 0,13 ; P_2O_5 : 0,03 et PF : 1,36. Ces analyses montrent bien l'enrichissement déjà signalé en alcalins et silice. D'après la classification d'O'Connor basée sur la composition normative des feldspaths, cette roche est une trondhémite (fig. 3).

Une intense déformation ductile, due à une zone de cisaillement cadomienne globalement senestre, affecte l'ensemble de la bande trondhémitique. Son intensité croît vers le Sud où le stade mylonitique peut être atteint. Les minéraux subissent alors une importante cataclase (microfracturation des plagioclases, mosaïque de quartz microcristallin, biotite et muscovite flexueuses) liée au fonctionnement de plans « C » et « S ». Comme pour le faciès de tonalite, les axes principaux de la déformation finie, matérialisés par la foliation et la linéation d'étirement, montrent des orientations variables selon les secteurs (cf. « Origine et mise en place du massif plutonique de Coutances »).

Leucogranites

⁴Y¹. **Leucogranite de la Cléroterie.** Ce granite rose à grain fin, de faciès granophyre, affleure dans l'angle Nord-Ouest de la feuille. Il fait partie des petits stocks leucogranitiques situés en marge du bassin de Lessay : la Coquière, l'Aunay, la Planquerie (feuille Coutances à 1/50 000) et Millières (feuille La Haye-du-Puits à 1/50 000). Malgré l'état d'arénisation très poussé, on reconnaît la minéralogie suivante : quartz, orthose perthitique (souvent en association graphique), albite et quelques biotites chloritisées.

L'analyse chimique de ce granite a donné (en pourcentage d'oxydes) : SiO_2 : 77,95 ; Al_2O_3 : 13,07 ; Fe_2O_3 : 0,62 ; FeO : 0,25 ; MnO : 0,14 ; MgO : 0,16 ; CaO : 0,06 ; Na_2O : 5,48 ; K_2O : 0,82 ; TiO_2 : 0,25 et perte au feu : 0,85. Elle révèle l'affinité alcaline de cette intrusion.

L'âge de mise en place de ces leucogranites, sans être connu avec précision dans cette région, est probablement à rattacher aux événements

magmatiques tardi-cadomiens datés à 525 ± 6 Ma en Mancellia (datation Rb/Sr sur roche totale ; Jonin et Vidal, 1975).

Roches métamorphiques

Métamorphites du massif de Coutances

Les roches métamorphiques foliées cartographiées de part et d'autre du massif plutonique de Coutances, auquel elles sont étroitement associées, proviennent de la transformation des volcanites et des sédiments carbonatés du Briovérien inférieur (Dupret *et al.*, 1989). Deux types de métamorphisme semblent s'y superposer : un *métamorphisme régional* dans le faciès amphibolite (hornblende-plagioclase) suivi d'un épisode rétrograde dans le faciès schistes verts (actinote, chlorite, épidote et albite), et un *métamorphisme de contact* lié à la mise en place de l'intrusion dioritique de Coutances.

Toutes ces roches présentent une foliation synmétamorphe qui leur confère un aspect plus ou moins rubané, d'autant plus marqué que l'on s'approche de l'intrusion dioritique. Cette ceinture métamorphique, d'environ cinq kilomètres de large, est tronquée au Sud par l'accident de Coutances qui la met en contact avec les sédiments épimétamorphiques de la Formation de Saint-Lô ou les paléobasaltes de la Formation de la Terrette.

b₁mpC. Métavolcanites acides et intermédiaires. Sous ce symbole sont cartographiées des roches à aspect gneissique issues du métamorphisme de volcanoclastites et de laves à chimisme acide à intermédiaire.

- Les **métarhyolites** et **métadacites** (b₁mpQ₁₁) présentent une texture granoblastique à phénocristaux de plagioclase, quartz polycristallin et feldspath potassique, noyés dans un fond quartzo-feldspathique microgranulaire où apparaissent des paillettes de muscovite et de biotite métamorphique qui s'alignent dans la foliation. Un important réseau de microfractures liées à une cataclase tardive recoupe cette foliation ; elles sont remplies de minéraux opaques, quartz, sphène, épidote et éventuellement actinote aciculaire.

- Les **métatuffites** acides (b₁mpQ₃₁) sont des roches litées à clastes de quartz polycristallin, plagioclase et débris de lave microlitique dans une matrice recrystallisée où s'individualisent des paillettes de biotite brune à verte, chlorite, muscovite, orientées dans la foliation, des granules d'épidote et des minéraux opaques. De gros cristaux d'amphibole verte anté- à syn-foliation s'observent parfois, ainsi que de rares plages de grenat

incolore post-foliation (l'Arthurie, au Sud de Montreuil-sur-Lozon : $x = 338,4$; $y = 1165$). Quelques figures de recristallisation (points triples) sont également visibles dans les quartz.

Ces métavolcanites acides encadrent le pluton dioritique de Coutances et se développent principalement dans sa partie occidentale. Au Nord, les meilleurs affleurements se situent en rive droite de l'Ay et à l'Est de Saint-Michel-de-la Pierre ($x = 329,4$; $y = 1166,45$). Au Sud, la rive droite du ruisseau de Prémont et la tranchée de chemin de fer de Camberton offrent quelques points d'observation. Enfin à l'Est, un niveau de **métabrèche hyaloclastique** ($b_1m\beta C_2$) foliée à amphibole est visible dans le ruisseau de la Losquette, au Sud-Est de Montreuil-sur-Lozon ($x = 339,7$; $y = 1165$).

$b_1m\beta C$. Métabasites. Ces amphibolites vertes à grain fin et à texture grano-nématoblastique constituent trois bandes étroites orientées NE-SW : une au Nord de la diorite de Coutances à Saint-Sauveur-Lendelin ; une seconde en position intra-dioritique fortement tronçonnée ; et une petite bande qui jouxte au Sud la trondhjémite.

Ces métabasites tirent essentiellement leur origine de paléobasaltes et de tuffites basiques. L'examen microscopique révèle la composition minéralogique suivante : phénocristaux d'amphibole verte très pléochroïque (hornblende) parfois déstabilisée partiellement en actinote, allongés dans le plan d'aplatissement ; phénocristaux de plagioclase (An_{40} = andésine) toujours très altérés, emballés dans un fond à microlites de plagioclase, quartz granoblastique, granules d'épidote, calcite, chlorite, leucoxène et divers opaques. On note dans certains faciès le développement d'actinote en gerbe post-foliation.

$b_1\delta$. Amphibolites calciques de Saint-Sauveur-Lendelin. Ces roches vertes à grain fin, remarquablement rubanées, n'affleurent que très modestement au Nord-Est de la carte (Sud-Est de Saint-Sauveur-Lendelin). Elles peuvent encore s'observer dans l'ancienne carrière inondée des Vallées ($x = 327,9$; $y = 1164,35$). Le rubanement caractéristique correspond à des alternances centimétriques de lits verts où domine l'amphibole et de lits roses à pyroxène et grenat. À ce litage minéral est associée une foliation principale, de direction générale $N40^\circ E$ et à pendage de 40° vers le Sud-Est, marquée par l'orientation préférentielle des minéraux ferromagnésiens.

L'examen microscopique révèle une paragenèse fortement calcique : des amphiboles brun-vert très pléochroïques de type hornblende, identifiées à la microsonde comme des pargasites et édenites (Saunier, 1982) ; des amphiboles bleu-vert, de type actinote, sécantes sur la foliation ; des

pyroxènes vert-clair riches en Mg et Ca (salite) associés aux amphiboles ; des pyroxènes vert foncé riches en Fe (ferrosalite) associés aux grenats ; des plagioclases (albite-andésine) ; des porphyroblastes de grenat rose ferro-calciques (andradite) ; de la calcite. Les minéraux accessoires sont : le sphène, l'apatite, la muscovite et des opaques (magnétite chromifère, ilménite, sulfures). Des filonnets de scapolite et de quartz sillonnent ces roches.

Cette paragenèse à andésine, amphibole, grenat et pyroxène calciques indique le caractère carbonaté de la roche-parent. Il pourrait s'agir d'anciens sédiments carbonatés et argileux du Briovérien inférieur ayant enregistré des venues de matériel volcanique. De telles roches sont actuellement connues dans le massif de La Meauffe (feuille Carentan).

b1Mβ7. Métabasaltés à pillows (Formation de la Terrette). Dans sa partie occidentale, la formation volcanique de la Terrette enregistre les effets d'un événement thermique de faible intensité se traduisant par un métamorphisme dans le faciès albite-épidote. Celui-ci s'exprime uniquement par le développement non orienté de grandes plages d'épidote (zoisite) et de gerbes d'amphibole vert pâle fibreuse (actinote).

La proximité du massif plutonique de Coutances nous conduit à rechercher dans cette intrusion les causes de cet événement thermo-métamorphique.

Conclusion. Les métamorphites de la région de Coutances résultent de la superposition de deux métamorphismes concomitants, l'un régional, l'autre de contact. Les faciès amphibolitique et gneissique, caractéristiques du métamorphisme régional, sont issus d'un matériel parent varié, de nature volcanique (laves et volcanoclastites) ou sédimentaire (série calcaréopélitique) que l'on peut identifier dans le contexte régional comme appartenant aux formations du Briovérien inférieur (Formation de Montsurvent et Calcaires de La Meauffe).

Les effets du thermométamorphisme de la diorite de Coutances sur ces roches amphiboliques est difficilement visible sur le terrain. Cette difficulté provient de la convergence des paramètres physiques et des paragenèses de chacun des épisodes métamorphiques. Ils semblent se marquer le plus souvent par l'acquisition de texture de recuit qui offre un aspect corné à certaines roches au contact. Dans les métabasites, on note cependant la néoformation de pœciloblastes d'actinote, de tourmaline et de biotite syn- à post-foliation, de muscovites tardives et de sulfures qui pourraient être rattachés à cet événement thermique. Dans les faciès plus acides, les textures de recristallisation en point triple apparaissent dans les quartz.

Auréole thermométamorphique du leucogranite de la Cléroterie

b1Mp. Métavolcanites acides. Le petit gisement de leucogranite cadomien de la Cléroterie est intrusif dans les volcanoclastites acides de la Formation de Montsurvent où il développe une très étroite auréole thermométamorphique. À part quelques recristallisations et figures de recuit dans les quartz (points triples), aucune néogenèse métamorphique ne s'y observe.

ROCHES FILONIENNES

Très peu de filons ont été identifiés sur le territoire de la carte. Cette apparente rareté des faciès hypovolcaniques tient sans doute aux mauvaises conditions d'affleurement liées à l'altération de surface, particulièrement forte sur le massif plutonique de Coutances. Le filon de dolérite cartographié près de la gare de Coutances, sur la 3^e édition de la feuille Coutances à 1/80 000, n'a pas été retrouvé. L'âge de mise en place de ces filons n'est pas connu avec précision : les roches microgrenues localisées dans le massif de Coutances semblent liées au plutonisme cadomien ; le sill de minette qui affecte le Cambrien du synclinal de Montmartin-Cerisy-la-Salle est à rattacher à la fracturation tardi-varisque.

μγ. Microgranite aphanitique. Cette roche microgrenue quartzofeldspathique affleure à l'Ouest de Monthuchon dans le faciès tonalite du massif plutonique de Coutances.

μη. Filons basiques : microdiorites et lamprophyres. Un filon de composition andésitique très altéré affleure au Nord de l'Hôtel-Vallerand ($x = 330,45$; $y = 1165,95$) et s'injecte dans la diorite de Coutances. La roche présente en lame mince des phénocristaux de plagioclase dans un fond microgrenu de biotite, quartz interstitiel et épidote. Ce filon orienté N120°E est affecté d'une foliation soulignée par les phyllites. Quelques critères de cisaillement se marquent par la dissymétrie des zones abritées autour des feldspaths.

Deux autres filons de roches vertes microgrenues recourent les amphibolites briovériennes à l'Est de la carrière des Vallées et la diorite de Coutances à l'Ouest de la Réauté (Saunier, 1982). Il s'agit de roche basique (50 % de SiO₂) à texture microgrenue renfermant des phénocristaux de plagioclase et hornblende déstabilisée en actinote.

Signalons enfin un sill de lamprophyre à biotite (minette) injecté dans les grès ordoviciens de l'unité paléozoïque de Montmartin-Cerisy-la-Salle (ancienne carrière du hameau Fauvel).

Q. **Quartz.** Trois filons de quartz blanc ont été cartographiés, tous de direction NNE-SSW : deux dans le Briovérien inférieur à Camprond et à la Bucaille (ce dernier limitant à l'Est la Formation de la Terrette); le troisième affectant le faciès de trondhjémite ^{LY5} à Hauteville-la-Guichard.

PALÉOZOÏQUE

Zone bocaine et synclinal de Mesnil-Aubert

Cambrien

k1a. **Conglomérat de base.** Ce faciès conglomératique est visible sur la marge sud de la feuille Saint-Lô dans le prolongement de l'unité paléozoïque de Mesnil-Aubert et dans la bordure nord de l'unité septentrionale du synclinorium bocain (feuille Villedieu à 1/50 000). Il est formé par de gros bancs métriques à plurimétriques, admettant çà et là des passages microconglomératiques. Le matériel remanié est de nature variée : grauwackes et siltites briovériennes souvent rubéfiées par de l'hématite ; grands cristaux de quartz peu déformés ; quartzites de granulométrie variable ; microquartzites limpides ou pigmentées de noir (phtanites). Les éléments arrondis subjointifs sont englobés dans une gangue gréseuse rougeâtre colorée par des oxydes de fer finement divisés.

k1b. **Couches rouges : grès feldspathiques, pélites, psammites.** Cet ensemble sédimentaire affleure essentiellement dans l'unité de Mesnil-Aubert où il succède au conglomérat de base. Il est représenté par des grès micacés feldspathiques de couleur lie-de-vin alternant avec des pélites. Au toit, cet ensemble se compose de grès fins micacés, feldspathiques, rose clair, silicifiés qui alternent avec des psammites rosées au débit en plaquettes.

Dévonien

d1. **Lochkovien. Formation de La Haye-du-Puits : grès à *Platyorthis monnieri*.** Dans le Sud de la feuille Saint-Lô, la Formation de La Haye-du-Puits forme une étroite bande qui se termine en biseau. Elle est encadrée par des accidents qui la mettent en contact avec le Briovérien au Nord et le Cambrien au Sud. Cette écaille tectonique appartient à la petite unité paléozoïque de Mesnil-Aubert et jalonne l'accident de Granville.

Cette formation est représentée soit par des grès quartziteux de teinte blanche, rose ou grise, soit par des grès friables jaunâtres, caverneux. Des niveaux décalcifiés ont livré des moules externes de *Platyorthis* et de

Chonetes. Ces grès ont été exploités sur la rive droite de la Vanne qui recoupe cette formation au Nord-Est.

Synclinal de Montmartin–Cerisy-la-Salle

Cambrien–Ordovicien inférieur (Trémadoc) : Formation de Hyenville

Après la découverte de chitinozoaires, spores et acritarches dans les argilites rouges du membre sommital, un âge néodévonien avait été proposé pour la Formation de Hyenville (Doubinger, 1964). C'est donc avec le symbole ds-7 que ces terrains ont été cartographiés sur la feuille Coutances à 1/50 000 (Dupret *et al.*, 1989). Mais, un peu avant la publication de cette carte, de nouvelles recherches paléontologiques effectuées en vue de retrouver ces microorganismes se sont avérées négatives (ce fait avait d'ailleurs été signalé dans la notice de la feuille Coutances). Ces recherches, poursuivies au cours du levé de la feuille Saint-Lô, sont toujours demeurées vaines. D'autre part, l'âge ordovicien de la Formation de Cerisy-la-Salle, qui repose stratigraphiquement à l'Est sur ces séries, est aujourd'hui bien établi. C'est pourquoi les auteurs, revenant plutôt à la proposition ancienne de A. Bigot (feuille Saint-Lô à 1/80 000, 2^e édition), proposent aujourd'hui un âge cambro-trémadocien (k-o) pour la Formation de Hyenville.

Cette formation, exclusivement détritique, peut se subdiviser en trois membres : un niveau conglomératique à la base (k-01), surmonté par une série argilo-gréseuse verte (k-02) passant au sommet à une série d'argilite et de grès rouges (k-03).

k-01. Conglomérat de Pont-Brocard. L'affleurement type de ce conglomérat se situe en rive droite du petit affluent de la Soulle, au Sud-Est de Pont-Brocard, au niveau de sa confluence avec la Soulle. Ce conglomérat est constitué par une matrice fine à grenue, argilitique rouge, qui emballer des galets dont la plus grande dimension s'échelonne de 1 à 20 cm. La nature pétrographique de ces galets est variée avec des grès, des quartz filoniens, des phanites, des schistes briovériens. La couleur rouge n'imprègne, le plus souvent, que la zone corticale du galet. À certains niveaux, ce conglomérat peut être fortement silicifié. Les galets sont fracturés, et de ce fait il est difficile de les dégager entiers de la matrice.

Ce conglomérat affleure sur la bordure nord de l'unité paléozoïque de Montmartin–Cerisy-la-Salle, entre Nicorps et Ouville. On le retrouve sur la bordure sud, depuis le méridien d'Ouville à l'Ouest jusqu'au bois de

Soulle à l'Est, où sa limite d'affleurement la plus orientale est masquée par des dépôts de solifluxion.

L'épaisseur de ce conglomérat est variable : de 5 à 6 m au Nord-Est de la Paumerie, à 230 m à l'Est de Cerisy-la-Salle.

k-02. Argilites et grès verts. Cette série peut être caractérisée dans les affleurements situés au Nord du château de Cerisy-la-Salle, en contrebas de la D 29. Elle affleure d'Ouest en Est sur toute la longueur de l'unité paléozoïque, excepté à son extrémité orientale (bois de Soulle). Cette série repose en concordance sur le conglomérat de Pont-Brocard. Elle est formée par des bancs de grès fin et des bancs d'argilite puissants de 5 à 10 cm, de couleur verte à vert olive. De place en place on observe des traînées de gros grains de quartz qui peuvent atteindre la taille de petits galets (0,5 cm). Des grains de phtanite, dont le diamètre s'élève jusqu'à 3 mm, sont également sporadiquement visibles. Certains bancs gréseux sont constitués par la juxtaposition de load-casts (figures de charge).

Malgré de nombreuses recherches, cette série n'a livré aucun reste d'origine organique. Sa puissance est de 180 m (Nord-Est de la Paumerie) à 260 m (Cerisy-la-Salle).

k-03. Argilites, grès et quartzites rouges. Ce membre est bien visible au lieu-dit le Moulin-Fouloir, le long de la cluse par laquelle la Soulle traverse l'unité paléozoïque de Montmartin-Cerisy-la-Salle. Elle est présente sur une partie de l'unité paléozoïque ; elle disparaît à l'Est au niveau du bois de Dangy.

Concordante sur la série des argilites et grès verts, elle est composée de bancs dont l'épaisseur varie de 1 à 100 cm. Les grès et les quartzites sont formés de grains de quartz peu arrondis et de quelques plagioclases. Les grains de quartz présentent une pellicule externe d'hématite. Le mica (biotite décolorée) est toujours présent en grande abondance, aussi bien dans les argilites que dans les grès. Des rides d'interférence sont visibles à la surface de certains bancs gréseux ou quartziteux. Des bancs d'argilite ont livré des pistes d'organismes. La recherche de macrofaune et microfaune est demeurée sans résultat au niveau de cette formation dont l'épaisseur varie de 100 m (Cerisy-la-Salle) à 230 m (la Mesleraié).

Ordovicien moyen à supérieur

04-5. Formation de Cerisy-la-Salle : grès quartziteux et schistes. Cette formation est bien exposée près de la localité de Cerisy-la-Salle dans une carrière abandonnée (x = 335 ; y = 1153,6) au lieu-dit le Moulin-de-la-Roque. Les faciès suivants peuvent y être reconnus : des grès quartziteux

gris-blanc en gros bancs avec des galets d'argile intraformationnels ; des schistes noirs très micacés alternant avec des bancs gréseux sombres, peu épais, micacés à surface supérieure recouverte de rides ; des grès quartziteux sombres en gros bancs comportant quelques lentilles fossilifères.

La macrofaune provenant de ces lentilles est représentée par des brachiopodes d'âge llandeilien supérieur à caradocien inférieur (Doubinger *et al.*, 1966). Les schistes noirs ont livré une microfaune de chitinozoaires (*ibid.*) permettant d'attribuer un âge identique à celui obtenu avec les brachiopodes.

Cette formation grés-schisteuse ordovicienne repose géométriquement sur la Formation de Hyenville sans doute par l'intermédiaire d'une discordance de ravinement, car des récurrences de la Formation de Hyenville s'observent sous forme de bancs d'argilite rouge dans la Formation de Cerisy-la-Salle.

La Formation de Cerisy-la-Salle affleure tout au long de l'unité paléozoïque Montmartin-Cerisy-la-Salle entre Ouville à l'Ouest et le bois de Soulles à l'Est. L'épaisseur de cette formation est variable : 80 m (la Paumerie) à 210 m (Montpinchon). À l'extrémité orientale de cette unité, un faciès microconglomératique a été identifié au Sud du hameau Réaucourt ($x = 344,05$; $y = 1154,33$). Ce faciès évoque les pélites à fragments d'origine glacio-marine de l'Ordovicien supérieur régional (Tillite de Feuguerolles).

Sur la bordure nord de l'unité paléozoïque, la Formation de Cerisy-la-Salle est surmontée par des écailles du socle briovérien (Graindor, 1964 ; Robardet, 1981).

Carbonifère inférieur (Tournaisien-Viséen inférieur)

h1. Formation du Robillard : grès à débris végétaux. Cette formation, dont le type a été pris sur la feuille Coutances, se continue sur la feuille Saint-Lô. Elle est constituée par des bancs d'épaisseur variable (quelques centimètres à 20 cm) alternant avec des lits argilo-grés-micacés et charbonneux de quelques centimètres d'épaisseur. À l'affleurement, la couleur claire de ce grès résulte d'une décoloration des bancs normalement sombres en profondeur. La taille des éléments constituant ce grès est variable. Certains bancs sont grossiers alors que d'autres à tendance quartzitique sont plus fins. Ces éléments sont le plus souvent disposés en laminations obliques conférant à l'ensemble du banc un litage oblique. Les grains de phtanite sont abondants. Le cortège des minéraux lourds (Poncet et Giresse, 1972) renferme du zircon (plus de 80 %), du rutile (5 % en moyenne), et différentes espèces de tourmaline.

Les grès constituant la Formation du Robillard peuvent être assimilés à un faciès « culm » car ils contiennent des restes de végétaux à l'état charbonneux. Les passées argilo-grésos-micacées ont livré des spores qui donnent un âge carbonifère inférieur à cette formation. Sa position, en concordance sédimentaire sous la Formation de Montmartin-sur-Mer dont la base appartient au Tournaisien supérieur, permet de lui attribuer un âge tournaisien inférieur et moyen.

h2. Formation de Montmartin-sur-Mer : calcaires. Les calcaires appartenant à cette formation affleurent dans la zone occidentale de l'unité paléozoïque. Ils présentent de grandes similitudes pétrographiques avec les calcaires qui s'étendent plus largement entre Montmartin-sur-Mer et Regnéville (feuille Coutances). Ce sont des calcarénites gris-bleu dont l'étude des microfaciès (Pelhâte et Poncet, 1975) a montré leur grande homogénéité sur toute leur épaisseur. Ces microfaciès se répartissent en cinq types : calcaires bioclastiques à foraminifères dominants ; calcaires biolithiques ; calcaires à algues ; calcaires crinoïdiques ; calcaires à grosses oolites (à l'Ouest du lieu-dit Bretteville).

L'étude des foraminifères a permis de préciser l'âge de ces calcaires (Pelhâte et Poncet, 1970, 1975). Leur sédimentation pourrait avoir débuté au Tournaisien supérieur, alors que les bancs les plus récents appartiennent à la base du Viséen.

FORMATIONS SUPERFICIELLES

Riii. Formations résiduelles tertiaires. Peu présentes sur la feuille Saint-Lô, elles méritent toutefois d'être signalées comme jalons dans l'évolution géomorphologique de la région. Il s'agit :

– de grès tertiaires apparentés à ceux du Cinglais, région située au Sud de Caen. J.P. Lautridou (1985) en a signalé, vers 180 m d'altitude, au bois de Soulles et près du château de Dangy, altitude 150 m. Ils existent aussi sous forme de petits blocs émoussés en bordure ouest du bois de Carantilly et au Nord de Saint-Gilles en direction d'Hébécrevon à des altitudes voisines de 100 m ;

– de sables fins argileux dont la médiane est de 250 μm , subaffleurons en bordure ouest et nord-ouest du bois de Carantilly ;

– d'un placage d'argile kaolinique emballant des graviers et petits galets quartzueux subémoussés à émoussés qui s'étend sur une faible surface immédiatement au Nord du bourg de Saint-Gilles.

Œy. Löss weichséliens (wurmien). Peu nombreux dans le quart nord-ouest de la feuille, les dépôts limoneux d'origine éolienne prennent une

certaine ampleur au Nord et au Sud de Marigny (quart nord-est) et de part et d'autre du synclinal de Montmartin-Cerisy-la-Salle : interfluves au Nord de Cerisy-la-Salle, à Contrières, au Nord de Saint-Denis-le-Vêtu et de Roncey (Coutard *et al.*, 1972). D'autres gisements importants existent dans la partie sud de la feuille, au SSE de Saint-Martin-de-Cenilly ; ils se prolongent sur la feuille voisine Villedieu-les-Poèles. Des placages se répartissent aussi autour de Moyon, angle sud-est de la carte. Contrairement à d'autres régions, les dépôts conservés sur les versants sont rares (versant exposé au Nord du ruisseau de Saussey).

L'épaisseur des placages oscille entre 1 et 2 m. Cependant, en quelques points, des épaisseurs plus considérables ont été relevées : 3,5 m au Nord de Lorey, 4,75 m à Marigny, 4,3 m à Moyon. Dans ces cas, de petites nappes d'eau au niveau très fluctuant peuvent se constituer.

Tous les placages appartiennent à la même couverture homogène mise en place au cours du dernier cycle froid du Quaternaire, le Weichsélien. Là où le limon est épais, il est parfois possible de discerner deux apports correspondant au Pléniglaciaire moyen et au Pléniglaciaire supérieur séparés par un horizon hydromorphe assimilable au niveau repère du Kesselt (28 000 B.P.). On doit aussi signaler que le limon inférieur de Moyon est le seul limon carbonaté, bien conservé, découvert dans cette partie du Bocage normand.

La médiane du sédiment, très bien classé, est comprise entre 20 et 25 μm et peut atteindre plus rarement 30 μm . La majeure partie du stock, 70 à 75 % est constituée de limons et de sablons (classification Cailleux), c'est-à-dire de silts (classification Wentworth). La teneur en argile varie autour de 14 à 17 % ; elle s'accroît jusqu'à environ 25 % dans l'horizon Bt du sol post-glaciaire et actuel, vers 60 à 120 cm de profondeur et, parfois, également au contact de la roche substrat. Dans la zone précambrienne, la base des limons incorpore très fréquemment de très petits fragments de schistes et de grès.

Le cortège mixte de minéraux comprenant, d'une part, tourmaline, zircon et, d'autre part, staurotide, hornblende, épidote, de même que la présence de carbonate à Moyon et, plus modestement, à Carantilly, traduisent une origine marine des limons. Ceux-ci proviennent du vannage des sédiments d'estuaires et de plates-formes émergées lors des régressions marines des périodes froides du Quaternaire.

S. Dépôts de pente et formations de solifluxion. Sur la carte ne sont portées que les principales formations de head, matériau constitué d'une blocaille issue de la gélifraction de roches dures emballée dans une matrice sablo-limoneuse à sablo-argileuse. Le head nappe les flancs nord et sud de

la butte du bois de Soulles, le versant nord de la barre de Cerisy-la-Salle et les versants de quelques vallons à l'Ouest de Soulles.

Il faut cependant rappeler que, dans le domaine du Briovérien, le matériel de gélifraction – feuilletés, plaquettes, parallépipèdes pris dans une gangue sablo-limoneuse plus ou moins abondante – tapisse tous les versants sur une épaisseur allant de 70 cm (convexités de haut de versant) jusqu'à 2 à 2,5 m en bas de pente. À proximité des placages de limons éoliens, des alluvions sablo-limoneuses s'étalent généralement sur les versants, avec des épaisseurs de 1 à 1,5 m. Ces formations, ainsi que les altérites autochtones, n'ont pas été représentées sur la carte.

♣⁵, ♣⁵. **Arènes (massif de Coutances).** À l'exception d'une bande centrale du batholite de diorite quartzique et des hauts de versants en pente forte, l'arène a une épaisseur de l'ordre de 2 à 4 m. Quelques puits auraient traversé 5 à 7 m de roche ameublie. Cette arène est sablo-limoneuse : 60 à 68 % de sable, 19 à 28 % de limon, 9 à 21 % d'argile selon les sites analysés. Il y a enrichissement en limon sur 100 à 150 cm d'épaisseur au voisinage des placages éoliens.

La fraction argileuse de l'arène est constituée surtout de smectite ou de vermiculite, d'illite et, plus faiblement, de kaolinite mal cristallisée. Toutefois, en allant vers Hauteville-la-Guichard, la kaolinite est mieux représentée ; elle devient même dominante autour de Lozon (feuille Carentan).

C. Colluvions. Ces dépôts remobilisent les altérites du Briovérien en adoucissant et colmatant le fond des vallons secondaires, principalement dans la partie sud de la feuille (vallées de la Vanne, de la Soulle et du ruisseau Marqueran).

Fz. Alluvions fluviales holocènes. Le fond plat des petites vallées, Soulle, Terrette, Joigne, est en général colmaté par des dépôts sablo-limoneux épais d'environ 70 cm reposant sur une mince nappe de fond graveleuse et caillouteuse dont l'épaisseur varie de 50 à 80 cm. À hauteur de Saint-Lô, la vallée de la Vire offre un remplissage de même nature mais sur de plus fortes épaisseurs, jusqu'à 1,8 m pour les sédiments sablo-limoneux holocènes et 2,5 à 3 m pour la nappe de fond caillouteuse.

CONDITIONS DE FORMATION DES ENTITÉS GÉOLOGIQUES

PROTÉROZOÏQUE SUPÉRIEUR

Dynamique des émissions volcaniques du Briovérien inférieur

L'intensité de la déformation et les mauvaises conditions d'affleurement rendent difficiles la reconstitution des dynamismes effusifs des paléovolcanites précambriennes. Toutefois, l'analyse des textures, les associations lithologiques (détectées notamment en sondages) et les caractères géochimiques, permettent de mettre en évidence deux types d'environnement volcanique bien distincts.

- Pour les volcanites de la **Formation de Montsurvent**, les textures vitroclastiques de certaines laves et l'importance volumétrique des pyroclastites attestent du caractère explosif des émissions qui se mettent en place dans un environnement marin de faible profondeur, voire même subaérien (Dupret *et al.*, 1985a). Les données de forages (implantés sur la feuille de Coutances : Boisroger, Hôtel-Piquet, La Vendelée) confirment l'étroite imbrication des projections (tufs et brèches), des matériaux volcano-sédimentaires (tuffites) et des coulées plus ou moins épaisses de laves acides ou basiques.

Les caractéristiques géochimiques des laves basiques et intermédiaires soulignent clairement l'affinité tholéiitique compressive de ce volcanisme (tabl. 5, fig. 5) : composition globalement andésitique (52 à 55 % de SiO₂), faibles teneurs en TiO₂ (0,69 %), en Y (24 ppm) et en éléments de transition, faible fractionnement observé sur la courbe des lanthanides (La/Yb = 1,30 à 2,75), valeur élevée du rapport Th/Ta (15). L'anomalie en Ta, le fractionnement positif des terres rares et la composition des pyroxènes renseignent sur la composition du magma parent qui tirerait son origine de la fusion partielle d'un manteau appauvri, métasomatisé.

Ainsi, par leur tendance géochimique, les volcanites de la Formation de Montsurvent témoignent de l'existence d'un arc insulaire au Briovérien inférieur (Dupret *et al.*, 1985a) et marquent le premier stade de l'évolution géodynamique de la chaîne de subduction cadomienne (Dissler *et al.*, 1988 ; Dupret *et al.*, 1990).

- La **Formation de la Terrette**, exclusivement constituée de laves basiques spilitiques, présente un débit en pillows caractéristique d'une mise en place sous-marine, sous le niveau de compensation de la pression. Les figures de trempe des plagioclases à texture arborescente évoquent également celles des épanchements sous-marins. Au plan géochimique, les fortes teneurs en TiO₂ (1,56 %), en Y (32 ppm) et en éléments de transition

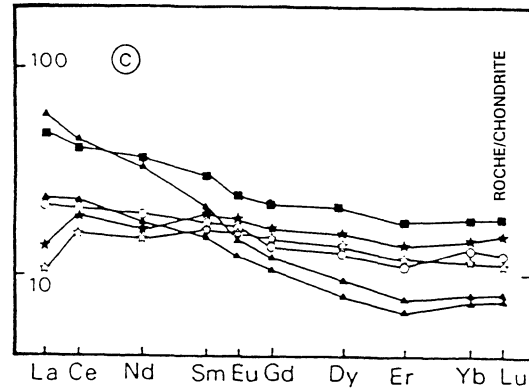
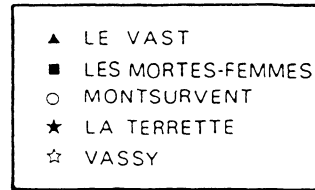
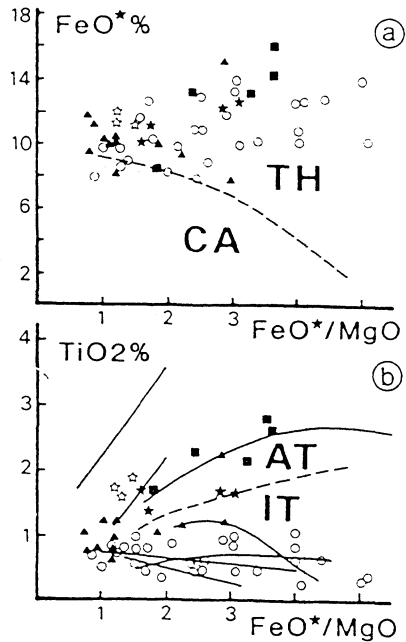


Fig. 5 - Diagrammes géochimiques des volcanites briovériennes (Dupret *et al.*, 1990)
 a - diagramme FeO^* vs FeO^*/MgO (séries tholéiitiques : TH ; calco-alcalines : CA)
 b - diagramme TiO_2 vs FeO^*/MgO (séries isotitanées : IT ; anisotitanées : AT)
 c - courbes de distribution des terres rares

(Cr = 502 ppm ; Ni = 206 ppm) plaident en faveur d'un site magmatique distensif (fig. 5). Les spectres de terres rares (fig. 6) montrent un très faible fractionnement des TR lourdes (avec La/Yb = 1,44 à 1,84) et un appauvrissement en TR légères, caractères qui s'apparentent étroitement à ceux des tholéïtes actuelles des fonds océaniques (MORB de type N).

Ainsi, les basaltes à pillows de la Formation de la Terrette, issus de la fusion partielle d'un manteau appauvri offrent donc une parfaite identité, tant pétrographique que géochimique, avec les basaltes des zones d'accrétion océanique. Ils témoigneraient de l'océanisation d'un bassin marginal arrière-arc évolué, apparu précocement au cours de la subduction cadomienne (cf. « Synthèse géodynamique régionale »).

Paléogéographie des dépôts sédimentaires briovériens

• **Briovérien inférieur.** La schistosité de flux qui affecte les formations sédimentaires du Briovérien inférieur efface la plupart des marqueurs sédimentaires, ce qui entrave l'élaboration des reconstitutions sédimentologique et paléogéographique.

Les sédiments terrigènes fins de la **Formation de Saint-Lô**, à intercalations silico-carbonées et volcano-détritiques, évoquent les dépôts marins d'environnement d'arc insulaire (immaturité de texture, remaniement de pyroclastes, précipitation de silice). Dans la région de La Meauffe (feuille Carentan), la présence de calcaires magnésiens de plateforme au sein de cette formation tend à prouver le caractère peu profond du milieu de dépôt.

Les alternances silto-gréseuses de la **Formation de Saint-Pair**, affleurant au Sud-Est du territoire de la feuille, s'organisent en fines séquences granoclassées à allure de turbidites distales. Leur sédimentation s'effectuerait dans un bassin proto-mancellien en arrière de l'arc volcanique de Montsurvent. Ces faciès lithologiques peuvent être considérés comme une évolution latérale et plus distale des schistes de Saint-Lô (Doré *et al.* 1988).

• **Briovérien supérieur.** Les sédiments terrigènes du Briovérien supérieur, situé au Nord de la zone bocaine, constituent une épaisse succession (plusieurs milliers de mètres) de sables argileux, silts et vases organisée en séquences granoclassées turbiditiques, dans lesquelles sont interstratifiées des lentilles conglomératiques.

Tous ces sédiments détritiques se mettent en place sur la bordure septentrionale du bassin mancellien (Dissler *et al.*, 1988 ; Dupret *et al.*, 1990) dans un environnement marin profond. La forte proportion de

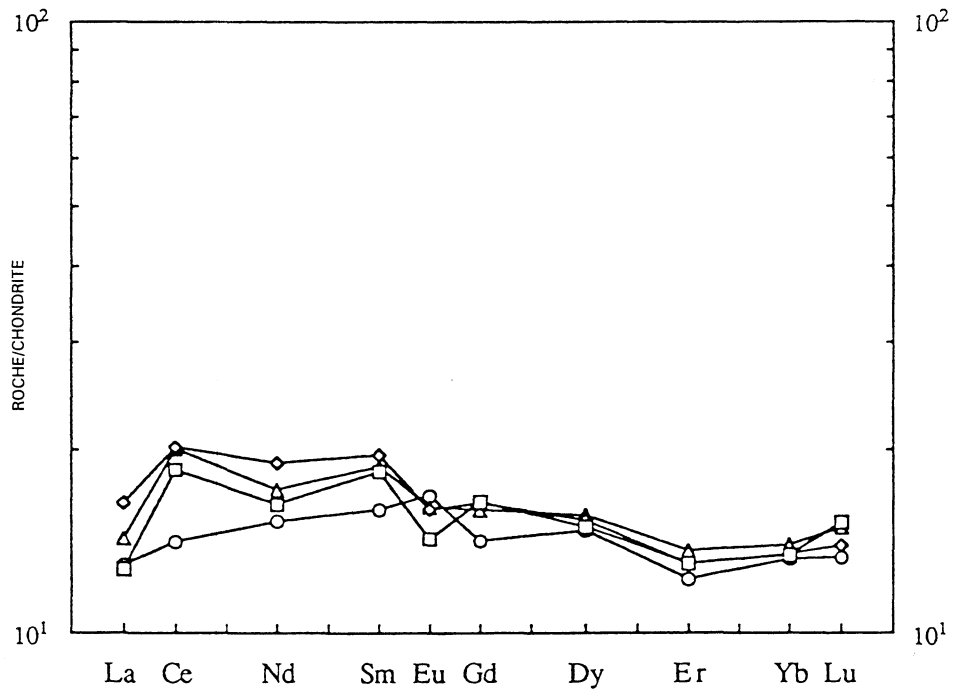


Fig. 6 - Spectres de terres rares des paléobasaltes de la Terrette

grauwackes moyennes et la fréquence des figures sédimentaires indiquent ici un milieu relativement proximal de pied de talus ou de cônes sous-marins supérieurs (Garlan, 1985).

Les directions reconstituées de paléocourants et la composition de certains lithoclastes remaniés dans les grauwackes et les conglomérats (grains de phanite de la Formation de Saint-Lô et andésites de la Formation de Montsurvent) conduisent à rechercher la source d'alimentation vers le Nord. Ainsi, au Briovérien supérieur, un grand bassin marginal ouvert en contexte distensif s'individualise au Sud de l'arc constantien émergé (fig. 7). L'extension de ce bassin est attestée par les paléobasaltes tholéitiques de Vassy (Dupret *et al.*, 1985b).

Origine et mise en place du massif plutonique de Coutances

En accord avec les observations pétrographiques, les analyses chimiques montrent que l'intrusion plutonique de Coutances est constituée de deux types de faciès grenus : une diorite quartzique, à composition de tonalite moyennement quartzique (qtz > 20 %) dont les teneurs en silice s'étalent de 54 à 66 % ; et une trondhjémite présentant des taux de silice supérieurs à 70 % (tabl. 4). Les teneurs en alumine sont élevées allant de 20 % pour les termes les plus basiques jusqu'à 14 % pour les termes acides. La somme des éléments alcalins est voisine de 5 %, avec une prédominance de Na₂O sur K₂O. Les spectres de terres rares réalisés sur trois échantillons (fig. 8) indiquent un fractionnement positif identique pour les deux types de roches, ce qui suggère une origine cogénétique. À la lumière des données chimiques, ces roches à affinité calco-alcaline (fig. 9) seraient issues d'un magma d'origine mantellique (basaltique) riche en alumine, avec processus de différenciation par cristallisation fractionnée pour les termes plus acides. On ne peut cependant pas écarter la participation d'une contamination crustale (Guerrot, 1989 ; Hallot, 1993).

Une datation U/Pb sur zircons réalisée sur des échantillons de tonalite donne un âge de cristallisation à 584 ± 4 Ma (Guerrot *et al.*, 1989). Dans la partie orientale du massif (l'Arthurie), la présence de filons de trondhjémite à grain fin injectés dans le faciès dioritique indique une mise en place plus tardive pour le faciès différencié de bordure.

La mise en place de l'intrusion de Coutances s'effectue sous contrainte, dans un contexte régional décrochant senestre. En effet, toutes les roches plutoniques du massif sont affectées d'une foliation synmagmatique matérialisée, dans le faciès tonalite, par la croissance planaire de la hornblende et de la biotite, cristallisées préférentiellement dans les zones abritées des plagioclases déjà formés. La direction moyenne N30-50°E à

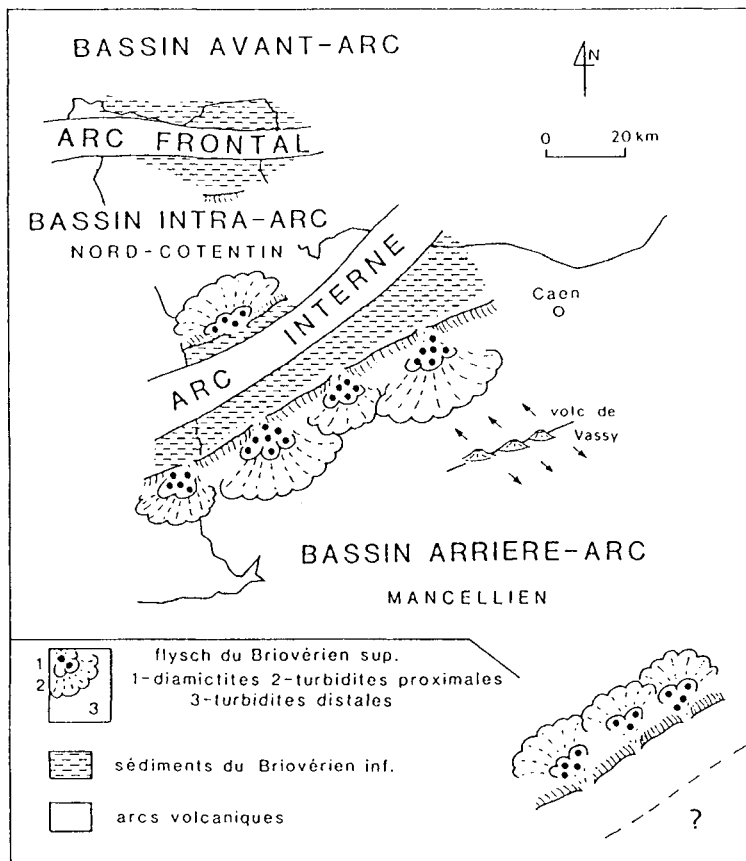


Fig. 7 - Esquisse paléogéographique du Briovérien supérieur normand (Dissler *et al.*, 1988)

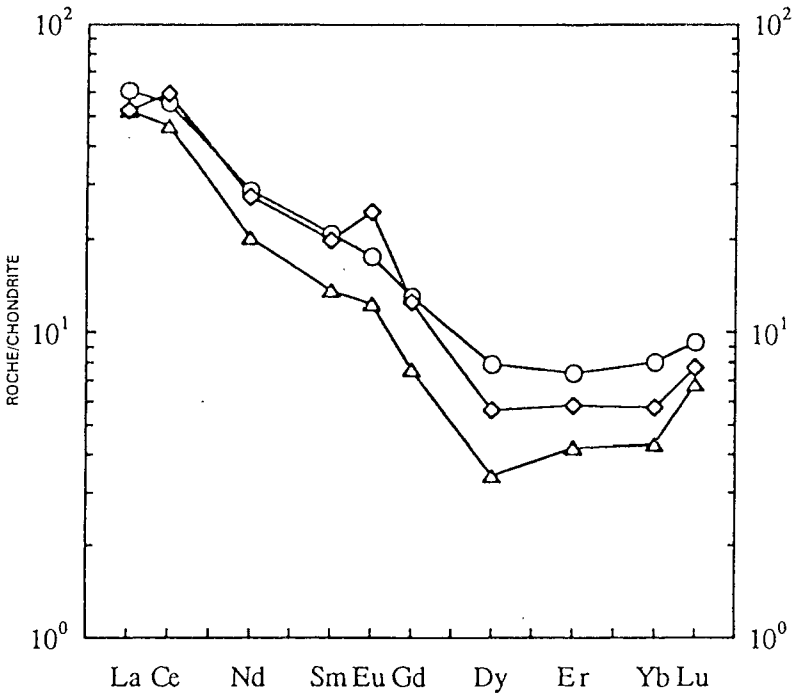


Fig. 8 - Courbes de distribution des terres rares dans les roches plutoniques du massif de Coutances (diorite quartzique : cercles et losanges ; trondhjemite : triangles)

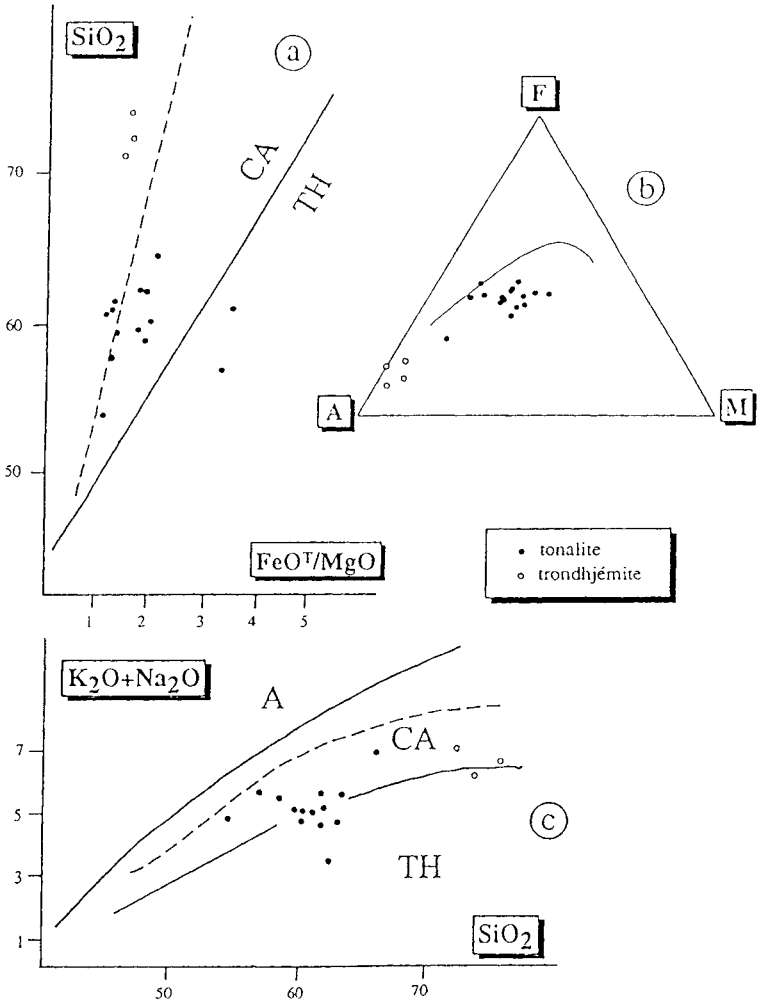


Fig. 9 - Caractéristiques géochimiques de l'intrusion de Coutances
a - diagramme de Miyashiro ; b - diagramme AFM ; c - diagramme alcalins/silice

fort pendage majoritairement sud, est en conformité avec la déformation de l'encaissant métamorphique.

Compte tenu des déformations ultérieures, la cinématique de cette structuration syncristalline n'apparaît pas simple. Dans la partie nord-ouest du massif, un régime proche de l'aplatissement pur, avec une linéation d'étirement discrète à pitch relativement fort, est reconnu. Les critères de cisaillement peu marqués indiquent des sens très variables (normaux, dextres ou senestres). Vers le Sud-Est, la déformation s'intensifie en devenant non coaxiale, ce qui entraîne le développement de bandes de cisaillement (plans « C » et « S ») à composante principale senestre. Sur la bordure méridionale, la linéation d'étirement est peu pentée et le stade blastomylonitique peut être atteint. Ainsi, la forme en lanières de l'intrusion calco-alcaline de Coutances pourrait correspondre au remplissage de mégafentes de tension en échelon compatibles avec une première phase cadomienne en régime transcurrent senestre.

PALÉOZOÏQUE

Dans cette région du Cotentin méridional, les premiers dépôts paléozoïques reposant en discordance sur les terrains précambriens sont reconnus aujourd'hui d'âge cambrien *sensu lato*. Leur puissance est réduite et ne dépasse guère 300 m d'épaisseur, ce qui contraste avec les épaisses séries subsidentes du Nord Cotentin ou de la Normandie centrale (Doré, 1969, 1972). Ils marquent ainsi, dans la paléogéographie cambrienne, la présence d'un haut-fond hérité de l'histoire cadomienne (cordillère constantienne ; Doré, 1994).

À la base de la **Formation de Hyenville**, les formations détritiques grossières rouges représentent des épandages continentaux de cônes alluviaux où s'accumulent les produits d'érosion de la chaîne cadomienne en voie de pédiplanation. Puis la série des argilites et grès verts annonce véritablement la transgression marine du Cambrien. Les grès feldspathiques roses, qui surmontent la série verte, évoque un environnement deltaïque (Poncet, 1974). Notons que les couches rouges sommitales pourraient déjà avoir un âge trémadocien. La géométrie des dépôts permet d'envisager le comblement d'hémi-grabens axés E-W, apparus lors de la distension cambrienne.

Après une émergence généralisée de la Normandie, la transgression ordovicienne ne semble atteindre la cordillère constantienne qu'à l'Ordovicien moyen avec les sédiments sableux littoraux de la **Formation de Cerisy-la-Salle**. Les faciès microconglomératiques trouvés à l'extrémité Est de l'unité de Cerisy, au Nord du bois de Soulle, pourraient corres-

pondre aux dépôts glacio-marins qui marquent la limite Ordovicien/Silurien.

Après une lacune vraisemblablement sédimentaire du Silurien, la sédimentation marine de plate-forme reprend au Dévonien inférieur (Lochkovien) avec des dépôts argilo-arenacés (**Formation de La Haye-du-Puits**), puis calcaires, localisés dans la petite unité paléozoïque de Mesnil-Aubert. Comme partout en Normandie, le Dévonien moyen et le Dévonien supérieur sont inconnus.

La lacune stratigraphique va jusqu'au Tournaisien inférieur, époque à laquelle se mettent en place les grès à végétaux (**Formation du Robillard**) qui témoignent d'une sédimentation lacustre ou deltaïque sous forte influence continentale. La transgression marine débute au Tournaisien supérieur (**Formation de Montmartin-sur-Mer**) avec une sédimentation carbonatée de mer peu profonde (zone euphotique) soumise à l'action des vagues et des courants. Les bancs calcaires les plus récents observés aujourd'hui appartiennent à la base du Viséen moyen. Par leur microfaune de foraminifères, les calcaires de Montmartin se corrélatent stratigraphiquement avec le Dinantien de Belgique, d'Allemagne, de Moravie et de Russie. Des communications se faisaient donc facilement entre la partie orientale du Massif armoricain, l'Ardenne et l'Est de l'Europe dès la base du Viséen inférieur.

Le Viséen supérieur et le Namurien sont inconnus sur le territoire de la carte ; cette absence relève soit d'une érosion, soit d'une lacune sédimentaire liée aux prémices de la régression sudète enregistrée dans les petits bassins carbonifères du synclinorium de Châteaulin-Laval.

ÉVOLUTION TECTONO-MÉTAMORPHIQUE

La structuration principale des terrains de la carte Saint-Lô est acquise lors de trois événements tectono-métamorphiques successifs et d'intensité variée : les deux premiers apparaissent au cours de l'orogène cadomien, vers 585 et 540 Ma, et affectent le socle protérozoïque ; le troisième, rattaché à la phase orogénique varisque (330-300 Ma), déforme les terrains paléozoïques et briovériens. Des mouvements post-varisques et plus récents réactivent certains accidents cassants qui contrôlent, au Nord du territoire de la carte, les dépôts permien et plio-quatérnaires (feuille Carentan).

STRUCTURATION DES TERRAINS PROTÉROZOÏQUES

L'accident de Coutances, qui traverse le quadrant nord-ouest de la carte, sépare deux grands ensembles structuraux de l'orogène cadomien : le *domaine domnonéen* au Nord et le *domaine mancellien* au Sud (fig.10). L'évolution des déformations dans ces deux domaines est différente. Dans le domaine domnonéen, la phase majeure se situe autour de 585 Ma, avant le dépôt du Briovérien supérieur, dans un contexte transcurrent senestre N50°E, contemporain de l'intrusion de la diorite de Coutances. Dans le domaine mancellien, une phase plicative synschisteuse N60-70°E, à vergence nord, déforme tous les terrains briovériens. Cette phase tardicadomienne est scellée à 540 Ma par la mise en place des granitoïdes mancelliens. Après une période de distension généralisée qui contrôle la sédimentation du Paléozoïque inférieur, le socle précambrien sera réactivé au Carbonifère durant la tectogenèse varisque à vergence sud.

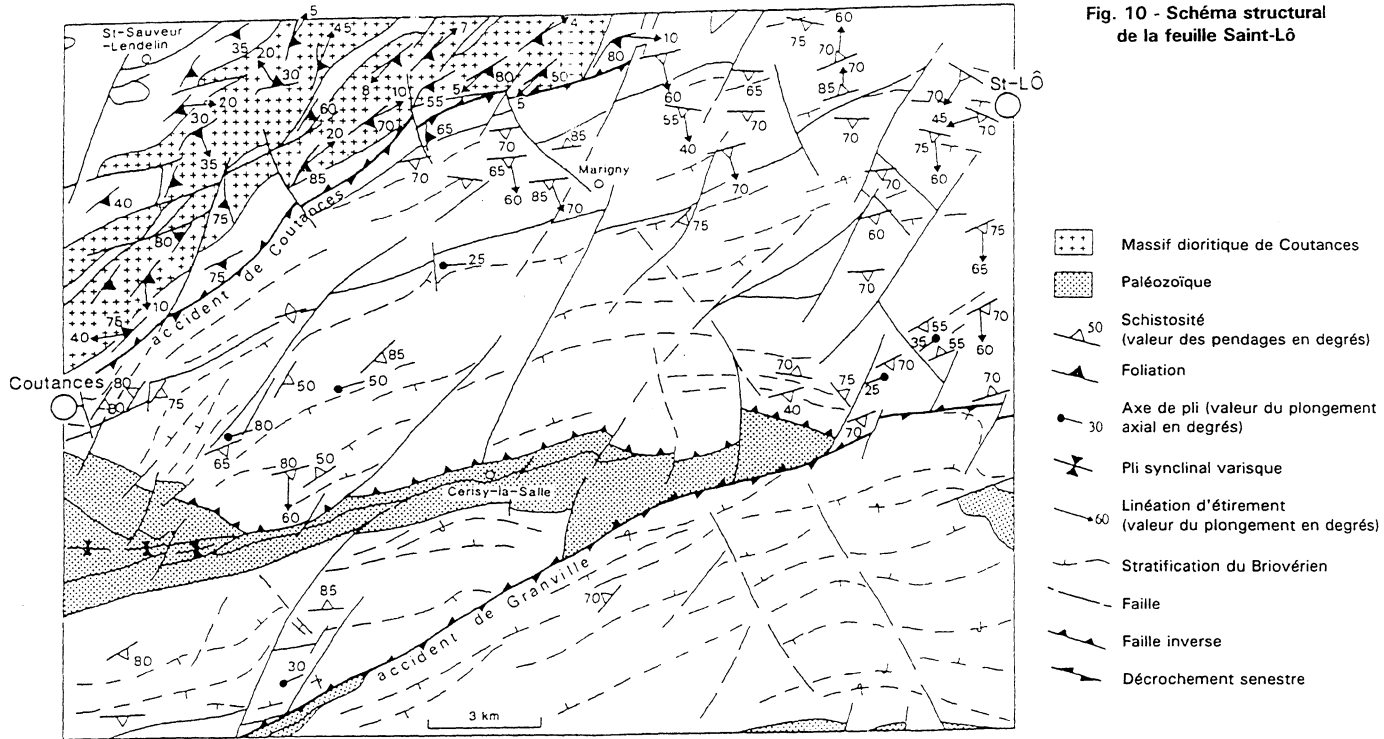
Déformations en domaine domnonéen

Les formations briovériennes appartenant au domaine domnonéen sont cantonnées dans le quart nord-ouest de la carte, au Nord de l'importante géofracture de Coutances. Il s'agit des tholéiites acides et basiques de Montsurvent, des métamorphites et des roches plutoniques du massif de Coutances. Toutes ces roches sont affectées par une intense déformation ductile qui présente un très rapide gradient d'intensité, croissant vers le Sud. Le climat métamorphique évolue également très rapidement en s'approchant du massif plutonique de Coutances, allant du faciès schistes verts au Nord (zone de la chlorite) au faciès amphibolites (zone de la hornblende).

Cette déformation ductile s'exprime principalement par une schistosité (ou foliation) pénétrative très marquée, voire mylonitique par endroits, globalement orientée NNE-SSW (direction moyenne N50°E) et fortement inclinée vers le Nord ou plus souvent vers le Sud (fig. 11a et b, dépliant en fin de notice). Elle s'accompagne d'une linéation d'étirement à plongement fort dans la partie nord et très faible dans la partie sud. Parallèlement, les critères de cisaillement (ombres de pression asymétriques, plans C/S) se marquent davantage à l'approche de l'accident de Coutances, avec passage d'un régime de déformation proche de l'aplatissement pur à une déformation non-coaxiale à composante décrochante senestre.

Des plis isoclinaux synschisteux, centimétriques à décimétriques, ont été observés dans les métavolcanites rubanées provenant de forages. D'orientation variable, ils déforment les fines alternances d'amphiboles et de calcite ou les veinules hydrothermales précoces (calcite et quartz).

Fig. 10 - Schéma structural
de la feuille Saint-Lô



Une schistosité de crénulation S2, orientée globalement E-W et plongeant fortement vers le Sud affecte localement la déformation ductile majeure.

Enfin, une déformation cassante tardive, soulignée par une intense cataclase à calcite, chlorite et leucoxène, donne naissance à plusieurs familles de failles (N20°E, N50°E et N90°E). Cette fracturation est vraisemblablement apparue au cours de la tectogenèse varisque.

Déformations en domaine mancellien

• **Briovérien inférieur.** Au Nord du domaine mancellien, la Formation de Saint-Lô est intensément déformée par une schistosité de type flux (S1). Celle-ci est associée à des plis isoclinaux très anisopaques à plongement ouest et à plan axial déversé vers le Nord. Le litage sédimentaire initial (S0) devient parallèle à la schistosité dans les flancs des plis, et est fréquemment transposé par celle-ci au niveau des charnières. Les points d'observation de ces dernières sont rares : citons les affleurements sous les remparts ouest du château de Saint-Lô et ceux situés à l'Est de Saint-Sauveur-de-Bonfossé, en rive droite du ruisseau du hameau Putange ($x = 347,55$; $y = 1156,4$).

L'orientation des plans S0-S1, soulignés sur la carte par l'allongement des niveaux lenticulaires de phanite et de grès tufacé, se répartissent autour d'une direction moyenne N70°E. On note toutefois dans la région de Saint-Lô un net infléchissement vers la direction N110°E. Celui-ci paraît s'accorder avec la présence d'un grand accident varisque qui rejoindrait le flanc nord de la zone bocaine plus à l'Est.

Une linéation d'étirement, à plongement fort vers le SSE, est portée par les plans de schistosité à pendage statistiquement incliné vers le Sud (fig. 10 et 11c). En lame mince, cette schistosité se matérialise par l'étirement des clastes de quartz et de feldspath, l'alignement des minéraux planaires (illite et chlorite) et par de nombreuses recristallisations quartz-chloriteuses en zones abritées. L'analyse des marqueurs de la déformation (taches d'oxydation, ombres de pression autour des cristaux de pyrite) indique que cet épisode tectonique s'effectue principalement en régime d'aplatissement pur, avec un ellipsoïde biaxial ou triaxial aplati ($K = 0,8$), suivie parfois d'une faible composante de cisaillement inverse ($\gamma = 0,5$).

Cette déformation s'exprime également avec les mêmes caractères dans les alternances schisto-gréseuses de la Formation de Saint-Pair (cf. feuille Granville à 1/50 000) et plus exceptionnellement dans les paléobasaltes de la Terrette. Dans ces derniers, on observe un faible mouvement cisailant inverse et un étirement vertical des pillows, alignés dans des plans de

schistosité N90°E à pendage de 70° vers le Sud (station de pompage de La Chapelle-en-Juger).

Le métamorphisme de ces séries est de type épizonal, dans le faciès schistes verts (zone de la chlorite), comme en témoigne le degré de cristallinité des illites.

• Les couches du **Briovérien supérieur** sont en majorité fortement pentées, parfois déversées, et s'orientent autour d'une direction moyenne N60°E (fig. 10 et 11) avec toutefois quelques virgations localisées allant de N40°E (Est de Coutances) à N110°E. Les plis qui affectent cette série sont décelés grâce aux inversions de polarité car les charnières sont rarement visibles sauf dans la carrière du Fût (hameau de la Martinière : x = 334,15 ; y = 1159,55), à l'Ouest de Saint-Samson-de-Bonfossé et dans le secteur de Belval. Ces plis d'amplitude hectométrique sont du type isopaque plus ou moins aplati. Leurs axes plongent faiblement (de 20 à 35°) vers l'Est ou l'Ouest et une schistosité de plan axial les accompagne. Discrète et de type fracture dans les séries schisto-gréseuses de la Formation de Granville, cette schistosité devient plus pénétrative dans la Formation de Quettreville avec alignement des clastes, néogénèse de minéraux phylliteux orientés (séricite) et transposition fréquente de la stratification. Ces plans de schistosité, qui en dehors des zones de réactivation varisque sont majoritairement pentés vers le Sud, portent une linéation minérale subverticale peu marquée. L'étude en lame mince révèle une déformation essentiellement coaxiale, par aplatissement pur, avec parfois de rares critères de cisaillement indiquant des mouvements inverses.

Le degré de métamorphisme de ces séries se situe dans le faciès schistes verts, à la limite anchizone-épizone.

L'affleurement du Pont-à-Mazé constituait antérieurement le site de référence du contact entre le Briovérien supérieur et le Briovérien « moyen » (discordance de Quibou). Les conditions actuelles d'observation s'avèrent peu favorables et aucun contact entre les différentes formations n'est visible. L'examen du site révèle cependant la présence d'un ensemble conglomératique à blocs métriques de phtanites remaniés, observé également au niveau du chemin longeant par l'Ouest la carrière, tandis que dans la partie nord de cette carrière apparaissent des schistes et phtanites en place. Plus qu'une discordance, ce contact apparaît aujourd'hui comme une faille inverse varisque ramenant le Briovérien inférieur à phtanites sur le Briovérien supérieur.

Ainsi, dans ce domaine nord-mancellien, les déformations plicatives synschisteuses des séries inférieures et supérieures du Briovérien présentent les mêmes caractéristiques géométriques et cinématiques

(orientation N60-70E, déformation coaxiale avec composante cisailante inverse à vergence nord). Seule leur intensité diffère : plis anisopaques à schistosité de flux pour le Briovérien inférieur, plissement plus modéré à schistosité de fracture pour le Briovérien supérieur. Celle-ci a été interprétée comme étant due à une différence de niveau structural (Dissler *et al.*, 1988 ; Dupret, 1988a,b). Le caractère intermédiaire de la déformation de la Formation de Quetteville (schistosité de flux naissant affectant une série à cachet de Briovérien supérieur) vient conforter cette hypothèse. Cette phase de structuration synschisteuse appartient au cycle cadomien comme en témoigne le dépôt en discordance des formations cambriennes de la zone bocaine (saillant de Mesnil-Opac) et du synclinal de Montmartin-Cerisy-la-Salle.

Au sein de ce Briovérien mancellien, la reprise varisque s'exprime dans la réorientation des plans de stratification et de schistosité cadomienne vers la direction N110°E. Elle est surtout visible au Sud de l'accident de Granville, près de l'unité paléozoïque de Cerisy ou à l'approche de la zone bocaine. L'importante variation des inclinaisons des axes de plis cadomiens et des linéations d'intersection S0/S1 plaide aussi en faveur d'une polystructuration cadomo-varisque des terrains du Briovérien supérieur. Cette reprise varisque s'exprime également par la torsion des couches au contact des décrochements subméridiens et par le déversement vers le Sud du plan axial des plis cadomiens à proximité des grandes failles inverses (contact nord de l'unité de Cerisy-la-Salle et accident de Granville).

Évolution métamorphique de la ceinture HT-BP de l'arc constantien

Une certaine d'analyses chimiques d'amphiboles (trémolite-édenite et magnésio-hornblende) provenant d'amphibolites situées au contact nord de la diorite de Coutances permettrait, selon P. Bardy (1989), de préciser les conditions géothermobarométriques enregistrées par les roches métamorphiques de la ceinture de Coutances. Trois épisodes majeurs, pénécotemporains de la mise en place de la diorite de Coutances, sont reconnus par cet auteur :

- un *épisode prograde* avec $T = 500$ à 700 °C et $P = 2$ à 12 kbar, enregistré par les amphiboles précoces anté à syn-foliation ;
- un *épisode rétrograde*, avec baisse de la température (750 à 600 °C) et baisse de la pression (12 à 14 kbar), déduit de la composition des amphiboles synfoliales ;
- un *métamorphisme rétrograde* ($T = 600$ à 500 °C) à pression constante $3,5$ kbar, à relier aux amphiboles tardives post-foliation.

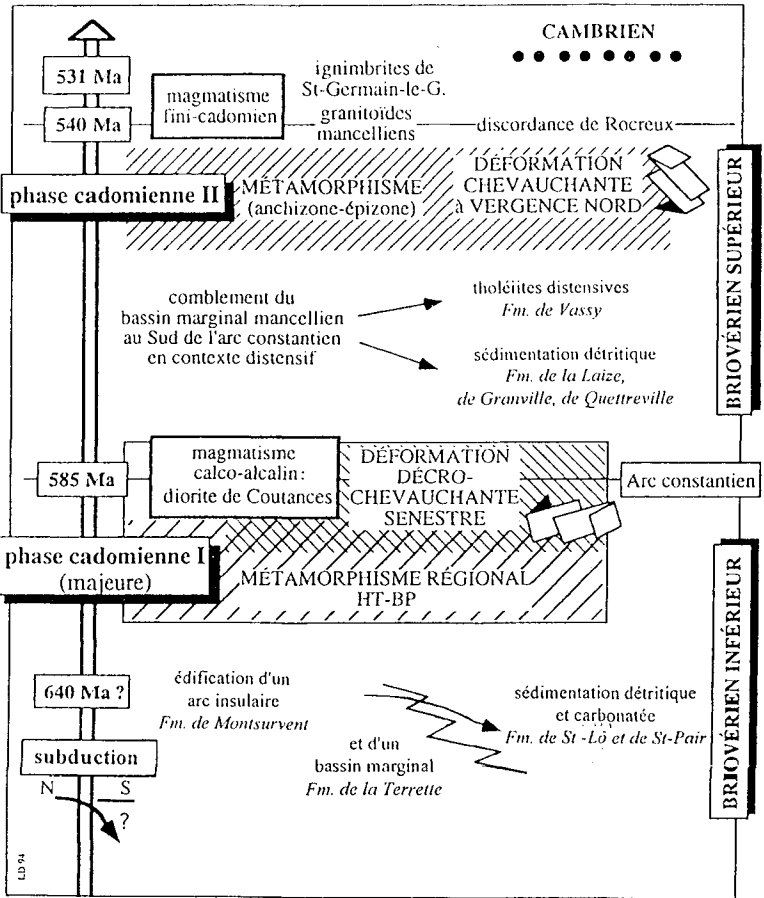


Fig. 12 - Tableau des événements sédimentaires, magmatiques et tectono-métamorphiques de l'orogène cadomien dans le Cotentin

Les deux premiers épisodes marquent l'événement métamorphique majeur de cette région du type haute température - basse à moyenne pression, que l'on peut corréliser avec les événements métamorphiques de la Bretagne nord et dont l'origine n'est pas encore clairement identifiée (Hébert et Ballèvre, 1993). La structuration principale synschisteuse de l'arc constantien est contemporaine du deuxième épisode et, comme nous l'avons décrit précédemment, synchrone de la mise en place de l'intrusion dioritique de Coutances (584 Ma). Cette intrusion pourrait débiter pendant l'épisode rétro-morphique de la phase régionale (Saunier, 1982) et se poursuivre durant le troisième épisode rétrograde. La présence de tourmaline et grenat syn- à post-foliation, dans certaines métamorphites situées au contact de la diorite, tend à conforter cette hypothèse.

Conclusion : les grands événements tectono-métamorphiques cadomiens en Cotentin méridional (fig. 12)

La déformation majeure du **domaine domnonéen**, contemporaine d'un métamorphisme HT-BP, est acquise pendant la mise en place de la diorite de Coutances, vers 585 Ma. Elle constitue le premier événement tectono-métamorphique régional (phase cadomienne I) qui semble se localiser strictement à la bordure méridionale du domaine. Son caractère ductile non-coaxial en régime décrochant senestre s'affirme vers le Sud. Les virgations qui affectent les trajectoires de foliation, globalement orientées N50°E, témoignent vraisemblablement des déformations ultérieures finicadomiennes (phase cadomienne II à 540 Ma) et varisques. Le dernier serrage cadomien se marque par un renversement des structures vers le Nord et une déformation plicative du Briovérien inférieur (Formation des Mortes-Femmes, feuille La Haye-du-Puits) et du Briovérien supérieur (flysch de Périers, feuille Carentan) antérieurement au dépôt du Cambrien discordant.

Dans le **domaine mancellien**, la déformation principale est plus tardive, scellée par les granitoïdes mancelliens datés à 540 Ma. Postérieure au dépôt du Briovérien supérieur, cette déformation à caractère chevauchant vers le Nord, génère des plis synschisteux orientés N70°E, de style différent suivant le niveau structural affecté. Néanmoins, l'existence d'une structuration antérieure affectant le Briovérien inférieur de la bordure nord, dont les effets seraient aujourd'hui occultés, ne peut pas être totalement écartée. De grands cisaillements crustaux inverses ou décrochevauchants senestres, parallèles aux plis, apparaissent (accident de Granville) ou rejouent (accident de Coutances); ils permettent l'accolement des deux grands domaines cadomiens.

Au cours du temps, la déformation cadomienne semble donc migrer du domaine nord vers le domaine sud en changeant de caractères. Si ces deux domaines présentent des spécificités, ils ne sont pourtant pas totalement indépendants car des continuités sédimentaires et des superpositions structurales s'y observent.

STRUCTURATION DES TERRAINS PALÉOZOÏQUES

Les séries paléozoïques de la feuille appartiennent à trois unités synclinales varisques : le synclinal de Montmartin-Cerisy-la-Salle, le synclinal de Mesnil-Aubert et le synclinorium de la zone bocaine (cf. schéma structural de la carte). Dans cette région du Cotentin méridional, la phase de déformation varisque intervient après le Viséen et avant le Westphalien C. Le plissement, de style très ouvert avec une discrète schistosité de fracture visible dans les niveaux silteux, s'effectue en climat anchizonal peu profond. Il est suivi d'une importante fracturation provoquant le morcellement des structures en blocs limités par des failles inverses directionnelles N70°E et N110°E à vergence sud, auxquelles succèdent des décrochements conjugués N10-N30°E senestres et N140-N160°E dextres.

La principale structure varisque de cette carte est représentée par les parties centrale et orientale du ***synclinal de Montmartin-Cerisy-la-Salle*** axé globalement E-W, dont le prolongement occidental est visible sur la feuille voisine Coutances. Cette structure complexe peut se décomposer en deux unités :

– à l'Ouest, l'*unité cambro-carbonifère de Montmartin* présente les deux flancs à pendage faible d'un pli synclinal plurikilométrique à cœur de calcaires viséens. Le flanc sud est réduit par suite de l'ablation des termes conglomératiques de base et de la lacune des grès du Robillard. L'Ordovicien n'y est pas reconnu ;

– à l'Est, l'*unité cambro-ordovicienne de Cerisy-la-Salle* forme une étroite bande de séries monoclinales pentées vers le Nord. Les pendages faibles de la série détritique de base (de 10 à 35°) s'accroissent à l'approche de la faille inverse qui limite au Nord l'unité. Cet accident, qui entraîne le chevauchement du socle briovérien vers le Sud, a depuis longtemps été tenu pour responsable de l'ablation du flanc nord du synclinal (Graindor, 1964 ; Robardet, 1981). Compte tenu du contexte paléogéographique infra-paléozoïque de cette région, nous proposons aujourd'hui d'y voir plutôt un dispositif en hémigraben qui fonctionne pendant la phase d'extension cambro-ordovicienne. Une faille normale N70°E, héritée sans doute de l'histoire cadomienne, en constitue la limite nord. Au

Carbonifère, cette structure subit une inversion à vergence sud au cours de la phase de serrage varisque.

Un tel dispositif extensif piégeant les sédiments cambriens dans un hémigraben peut également expliquer l'absence de flanc nord dans l'**unité cambro-dévonienne de Mesnil-Aubert**. Pendant la tectogenèse varisque, l'inversion tectonique aurait entraîné l'écaillage des grès dévoniens le long de l'accident décrochevauchant de Granville.

SYNTHÈSE GÉODYNAMIQUE RÉGIONALE

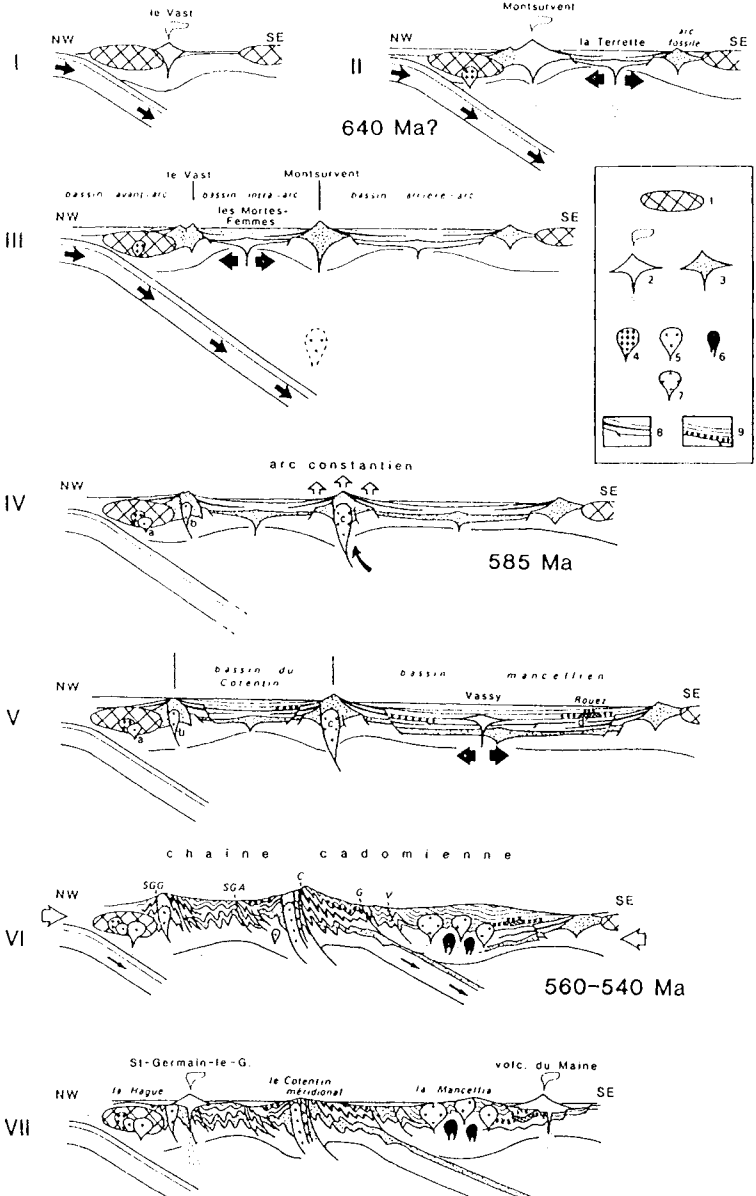
Depuis 700 millions d'années, l'histoire géologique du socle armoricain régional s'est façonnée au cours de deux crises orogéniques majeures qui conduisirent à l'édification des chaînes cadomienne et varisque.

Évolution géodynamique de l'orogène cadomien

Toute l'histoire du Protérozoïque supérieur armoricain s'intègre dans un dispositif de marge active avec subduction de matériaux océaniques (océan Celtique) sous le front nord d'une microplaque pentévrienne amincie appartenant au continent proto-gondwanien. Un modèle mobiliste de l'évolution géodynamique cadomienne du Massif armoricain nord-oriental faisant intervenir un processus analogue à celui des systèmes d'arcs insulaires actuels péripacifiques (les Mariannes par exemple) a été proposé (Dissler *et al.*, 1988 ; Dupret, 1988a ; Dupret *et al.*, 1990). Cette reconstitution palinspatique s'appuie principalement sur les caractéristiques géochimiques des marqueurs magmatiques du Briovérien. Parmi ceux-ci, les paléovolcanites et plutonites du Cotentin méridional, rencontrées sur le territoire de la carte, jouent un rôle primordial dans l'élaboration du schéma paléogéographique global (Dupret *et al.*, 1985a,b ; Le Gall *et al.*, 1986).

Plusieurs étapes sont envisagées (fig. 13) :

• **Étape 1 : l'édification d'arcs volcaniques et de bassins au Briovérien inférieur** (fig. 13-I, II, III). Dans cette région du Cotentin méridional, les premières manifestations volcaniques liées à ce dispositif d'arcs et bassins sont les *volcanites de Montsurvent*, d'affinité tholéiitique compressive, qui regroupent des laves basaltiques à rhyolitiques, mais où dominent les andésites, associées à un important cortège de pyroclastites à caractère explosif. Au Sud de cet arc, s'ouvre un bassin marginal arrière-arc dans lequel s'épanchent les *basaltes à pillows de la Terrette*, d'affinité tholéiitique distensive. En bordure nord de ce bassin se déposent des sédiments terrigènes à phanite associée encore soumis aux influences



1 - Pentévrien ; 2 - volcanisme actif ; 3 - volcanisme inactif ; 4 - granitoïdes précoces ; 5 - diorites (a : les Moulinets ; b : Le Theil ; c : Coutances) ; 6 - gabbros ; 7 - granitoïdes fini-cadomiens ; 8 - Briovérien inférieur à phanites ; 9 - flysch et conglomérats du Briovérien supérieur (d : amas sulfuré de Rouez).

Accidents de Saint-Germain-le-Gaillard (SGG) ; de Saint-Germain-sur-Ay (SGA) ; de Coutances (C) ; de Granville (G) ; de Vassy (V).

Fig. 13 - Évolution géodynamique cadomienne dans le NE du Massif armoricain (Dissler *et al.* 1988)

volcaniques (*Formation de Saint-Lô*), qui laissent place à des sédiments turbiditiques fins vers le Sud (*Formation de Saint-Pair*).

• **Étape 2 : mise en place de la diorite de Coutances** (fig. 13-IV). Vers 585 Ma, une première phase tectono-métamorphique affecte sélectivement la bordure méridionale du domaine domnonéen. Les formations du Briovérien inférieur sont métamorphosées dans le faciès amphibolite pendant la montée sous contrainte de l'intrusion tonalitique de Coutances, d'affinité calco-alcaline. Ce stade de maturité de l'arc insulaire de Montsurvent, caractérisé par une déformation ductile décrochante, entraîne la surrection de l'arc constantien centré sur l'axe Coutances–Saint-Lô. Cette phase marque probablement la fin du processus de « roll-back » au Nord de cet arc.

• **Étape 3 : comblement du bassin mancellien au Briovérien supérieur** (fig. 13-V). L'émersion de l'arc constantien est suivie d'un épisode glyptogénique en contexte distensif. Une épaisse série détritique terrigène de type flysch se dépose alors dans un large bassin mancellien qui s'étend au Sud de l'arc de Montsurvent devenu inactif. L'érosion de ce dernier nourrira les turbidites et les conglomérats du Briovérien supérieur, comme le suggèrent les directions de paléocourants et la nature des éléments remaniés. Plus à l'Est, l'extension s'enregistre par l'émission des basaltes à pillows de Vassy (Dupret *et al.*, 1985b).

• **Étape 4 : stade ultime de la convergence et magmatisme finicadomien** (fig. 13-VI, VII). À la fin du Briovérien supérieur, une phase de compression nord-sud, qui génère des plis synschisteux à vergence nord et de grands cisaillements (accident de Granville), affecte préférentiellement le domaine nord-mancellien, mettant ainsi en évidence la migration vers le Sud du front orogénique. Vers 540 Ma, un volumineux plutonisme granodioritique d'origine crustale se met en place en Mancellia. Dans le domaine sud-domnonéen, cette activité magmatique finicadomienne s'exprime par la montée de petits stocks leucogranitiques tel celui de la Cléroterie. Les distensions post-orogéniques contrôlent par la suite les émissions volcaniques acides, tant au Nord du domaine domnonéen (ignimbrites antécambriennes de Saint-Germain-le-Gaillard datées à 531 Ma ; Guerrot *et al.*, 1992), qu'au Sud du domaine mancellien (andésites et ignimbrites cambriennes du Maine ; Le Gall, 1993).

Évolution géodynamique varisque

Les terrains paléozoïques de Normandie appartiennent au domaine nord-oriental de la plaque Armorica qui restera rattachée au continent Gondwana jusqu'au Silurien. Dans cette région nord-mancellienne, l'histoire varisque débute avec le remplissage, au Paléozoïque inférieur, de

petits bassins distensifs (hémigrabens) qui s'ouvrent dans une zone surélevée du bâti cadomien en extension (cordillère constantienne). C'est dans ce contexte de rifts continentaux ou de bordure de marge passive que les sédiments détritiques continentaux puis de plate-forme marine se déposent du Cambrien jusqu'au Dévonien inférieur, avec des lacunes ponctuelles dues vraisemblablement à la morphologie accidentée de la cordillère constantienne.

Après l'installation très localisée d'une plate-forme carbonatée au Carbonifère inférieur, la fermeture de l'océan Rhéic, situé plus au Nord, entraîne dans cette région des déformations compressives liées à un raccourcissement subméridien. Celui-ci provoque des plissements ouverts à faible schistosité, des écaillages, des chevauchements à vergence sud et des décrochements conjugués. Les produits d'érosion de la chaîne varisque iront s'accumuler dans le bassin de Carentan du Permien inférieur au Trias.

GÉOLOGIE DE L'ENVIRONNEMENT

OCCUPATION DU SOL

Bien que le bocage, structuré par un réseau dense de haies vives, constitue l'unité des paysages du territoire couvert par la feuille Saint-Lô, il reste néanmoins possible de distinguer quatre ensembles paysagers, directement hérités des unités lithostructurales définies par ailleurs. Cette structuration des paysages doit être relativisée, car des placages lössiques d'âge weichsélien, parfois trop minces pour être cartographiés, sont néanmoins présents sur les plateaux, les pentes protégées de l'érosion et dans les colluvions à l'état remanié. Ils révèlent les processus pédogénétiques récents (brunification et lessivage) caractéristiques de l'Holocène.

D'autre part, l'activité anthropique intense constitue un facteur supplémentaire d'unification du modèle paysager, du fait des modalités successives de gestion de l'espace, en rapport avec les systèmes de mise en valeur agricoles. Ceux-ci sont le résultat de l'interaction des potentialités naturelles des différents terroirs et d'enjeux économiques imposés par la demande sociale. L'évolution des paysages traduit ce conflit, au travers des restructurations foncières imposées par les objectifs modernes de production.

Du Nord au Sud, on définira donc quatre unités paysagères (ou géomorphologiques), en fonction des caractères du sous-sol, du relief et des paysages ruraux.

Les **auréoles métamorphiques** composées de métavolcanites ont souvent beaucoup mieux résisté à l'érosion que les roches intrusives avoisinantes. Le relief est accentué, les vallées étroites, les pentes abruptes limitent l'activité agricole. Le ruissellement de surface est important. Les sols comprennent beaucoup d'éléments grossiers, la structure est fragile. Le milieu est acide, pauvre en bases échangeables à CEC (capacité d'échange cationique) faible. La qualité du sol, sera fonction de la situation topographique et de l'épaisseur de l'éventuel placage limoneux qui recouvre les plateaux. La variation d'épaisseur ne permet pas de classer ces sols dans un type défini bien que globalement proche des sols bruns (acides) à complexe désaturé (brunisol oligo-saturés ou luvisols).

La **diorite de Coutances** structure un paysage particulier caractérisé par des buttes arrondies, des dénivelés peu importants, un réseau de cours d'eau ramifié et de très nombreuses sources (temporaires) au bas des pentes. Les blocs s'individualisent et s'arrondissent jusqu'à former des boules de taille modeste et relativement rares. L'altération de la roche aboutit à la formation d'arènes parfois en poches, aux nappes piégées, ayant pour conséquence des conditions locales d'hydromorphie très défavorable aux cultures. Malgré tout, ces sols sont globalement sains et filtrants mais sujets au lessivage, d'autant que la faible CEC (malgré la présence de bases dans le matériel de la roche mère) et l'ambiance à tendance acidifiante concourent à favoriser l'éluviation. Leur fertilité sera fonction soit de leur situation par rapport aux zones hydromorphes, soit de l'épaisseur de la couverture limoneuse toujours bénéfique (quand elle existe). La vocation de ces sols est la prairie mais dans de bonnes conditions topographiques, l'apport d'engrais (surtout phosphatés) permet leur mise en culture.

Les paysages nés des **schistes Briovérien** sont très différents. Le relief est irrégulier mais doux, légèrement ondulé. Les cours d'eau se trouvent encaissés du fait des récentes fluctuations du niveau de base au Pléistocène supérieur dont la conséquence est une reprise de l'érosion. Le parcellaire est régulier, le territoire très anthropisé est systématiquement exploité. Le chemin creux est un élément « pertinent » du paysage avec les talus de terre fine exempts de blocs. Les sols se forment sur altérites constamment rajeunies par l'érosion, notamment en situation de pente ; par contre, sur les plateaux, les placages limoneux sont présents et même parfois importants. Il s'y développe alors des sols lessivés (luvisols). Leur structure est fragile avec battance de surface, une grande sensibilité aux tassements et aux compactages. Il est important de maintenir un taux important de matière organique. L'ambiance de ces sols est acide et la valorisation par les engrais limitée. Néanmoins, les pratiques agronomiques modernes, particulièrement au plan des améliorations foncières (drainage, amen-

dements), permettent une mise en valeur intéressante. En situation locale d'hydromorphie, il y a lieu de craindre l'excès d'eau, la présence de gley étant fort préjudiciable aux cultures en général et à celle du pommier en particulier. On veillera enfin à limiter les phénomènes d'érosion, facteurs d'amincissement de la couverture loessique.

La barre des *grès paléozoïques de Cerisy-la-Salle*, en l'absence de placages limoneux, donne des sols graveleux et caillouteux, à réserve en eau insuffisante et infiltration parfois contrariée par la nature des altérites (présence de mouillères). La matière organique est à rapport C/N élevé, l'ambiance acide et la teneur en bases faible. La couverture limoneuse, quand elle existe, est sensible à l'érosion compte tenu d'une topographie accidentée et de l'étroitesse des zones de plateau (quelques centaines de mètres).

En conclusion, les différentes unités décrites sont caractérisées par la présence du bocage œuvre de l'homme créateur des paysages. Les sols sont finalement relativement variés, en fonction de la nature de la roche mère, de la présence irrégulière et de l'épaisseur variable des formations lœssiques, des conditions locales de station (hydromorphie) et enfin de l'importance de la pente. La vocation générale du pays reste la prairie et l'élevage bien que les méthodes modernes d'exploitation agricole permettent une mise en culture efficace de sols relativement difficiles à maîtriser. Il convient de préserver leur stabilité structurale et d'éviter l'érosion.

SUBSTANCES UTILES, CARRIÈRES

Sur la feuille Saint-Lô, les matériaux extraits aujourd'hui des quelques carrières en activité (et dans un passé récent des carrières fermées depuis seulement une ou deux décennies) sont transformés en granulats et destinés essentiellement aux travaux de viabilité : remblais, empierrement, couche de fond routière, gravillons pour couches de revêtement routier,...

Carrières

Actuellement, il n'existe que trois carrières en activité et autorisées par arrêté préfectoral ; elles exploitent toutes les trois les schistes et grès du Briovérien, et produisent des granulats pour la viabilité.

• **143-4-002** (x = 345,030 ; y = 165,840). À Pont-Hébert, au lieu-dit la Jugannière, la carrière de la SARL L'Hermitte est située juste en limite nord-est de la feuille, sur le flanc pentu d'un court ruisseau affluent de la Vire. Elle exploite les siltites et grès fins du Briovérien inférieur

(Formation de Saint-Lô). La carrière présente un front de taille de 45 m environ, et trois gradins d'exploitation et la découverte est réduite à 50 cm de terre et de schistes altérés.

L'abattage est effectué à l'explosif, et les matériaux repris à la pelle mécanique sont destinés au remblai pour la viabilité ; une faible part de la production a été utilisée pour la construction sous forme de moellons ou de dalles.

Les fronts montrent des schistes gris-bleu homogènes, parcourus de quelques filonnets de quartz : les bancs présentent un pendage sud-est de 45° et la schistosité un pendage sud de 75°.

La production annuelle maximale autorisée est fixée à 70 000 t de matériaux.

• **143-2-001** (x = 334,120 ; y = 159,500). À Cametours, au lieu-dit le Hameau-du-Fût, la SARL Les carrières du Fût exploite les schistes du Briovérien supérieur, sur le flanc droit du ruisseau de la Jusselière (affluent du Lozon), à proximité de la route Coutances-Saint-Lô. Le matériau est hétérogène : il est constitué d'une alternance de grauwackes, de siltites et d'argilites. La carrière présente deux fronts de taille de 15 m environ, séparés par une banquette. Les terrains de couverture constitués de terre et de schistes altérés sont épais de 3 à 4 m.

L'abattage se fait à l'explosif, et le matériau est traité sur place par criblage, pour l'évacuation des stériles, et par concassage pour la production de granulats destinés à la viabilité.

Les fronts présentent une roche hétérogène et fortement fracturée, et les bancs gréseux ou schisteux un pendage ESE de 35°.

La production annuelle maximale autorisée est fixée à 150 000 t de matériaux.

• **143-2-017** (x = 333,710 ; y = 160,875). Au Lorey, au lieu-dit la Tétuyère, la SARL T.P. Genet exploite les siltites et grès fins du Briovérien inférieur (Formation de Saint-Lô). L'exploitation, artisanale, est limitée par autorisation à une production annuelle maximale de 5 000 t, et les matériaux sont utilisés comme tout-venant pour faire des remblais.

Ressources en matériaux

En dehors des formations sollicitées par les carrières en activité, il existe des ressources potentielles en matériaux au sein de quelques autres formations de roches dures ; celles-ci ont d'ailleurs parfois été exploitées dans le passé et il y subsiste des carrières aujourd'hui fermées.

• **Roches métamorphiques.** Elles peuvent être utilisées pour produire des granulats, en particulier lorsqu'elles sont acides et massives ; les roches métamorphiques basiques et (ou) fortement fracturées ne sont pas aptes à une production de granulats de qualité.

Cependant, la formation des amphibolites calciques de Saint-Sauveur-Lendelin (notée b1δ) a été exploitée, dans le passé, au lieu-dit « la Mondière - Village-des-Vallées », sur le territoire de la commune de Saint-Sauveur-Lendelin. Elle avait été ouverte en 1928, puis reprise en 1935, et enfin abandonnée un peu avant 1970 ; elle est aujourd'hui partiellement noyée.

• **Roches plutoniques cadomiennes.** Les roches du massif de Coutances peuvent également constituer une ressource pour la production de granulats par concassage. La diorite quartzique, fortement altérée, présente très peu de pointements sains potentiellement exploitables, mais la trondh-jémite de bordure, riche en quartz, beaucoup plus massive et homogène pourrait faire un bon matériau à concasser.

• **Formation de Montsurvent.** Les paléovolcanites de Montsurvent sont potentiellement aptes à produire des granulats, dans les mêmes conditions de gisement que les roches métamorphiques, c'est-à-dire surtout lorsqu'elles sont acides et massives. Sur la feuille vosine Coutances, ces formations ont été exploitées dans le secteur de Montsurvent-Muneville-le-Bingard.

• **Formations du Briovérien sédimentaire.** Elles font l'objet des exploitations actuellement en activité, décrites au paragraphe précédent. Les petits niveaux conglomératiques, bréchiques, les phanites, pourraient donner de bons granulats, mais les volumes disponibles sont très limités, surtout au regard de la masse des formations silto-gréseuses de l'ensemble du Briovérien qui constituent une ressource potentielle importante. Pour obtenir un excellent matériau dur, résistant, apte à produire des granulats de qualité, il conviendrait de rechercher les horizons les plus gréseux, les plus massifs, peu diaclasés et faiblement couverts. Quelques carrières aujourd'hui fermées ont exploité les formations du Briovérien sédimentaire, mais pas toujours avec le souci de la recherche des critères de qualité évoqués ci-dessus :

– 143-4-003 : carrière de la Joigne à Saint-Gilles ; elle a été abandonnée en 1971 à cause de l'hétérogénéité du matériau et de la fracturation importante avec colmatage par de l'argile ;

– 143-6-001 : carrière de la Moinerie à Notre-Dame-de-Cenilly ; réouverte en 1945, elle a été abandonnée dans les années 1970, à cause des venues d'eau, de l'impossibilité d'extension, et de la qualité très moyenne du

matériau utilisé en viabilité pour le remblai des chemins ruraux. Elle est aujourd'hui noyée sous 20 m d'eau environ.

• **Formations du Cambrien** des synclinaux de la zone bocaine, de Mesnil-Aubert et de Montmartin. Le conglomérat de base du synclinal bocain et celui du Pont-Brocard pour le synclinal de Montmartin, ainsi que la Formation de Hyenville (grès et quartzites k-03), constituent une ressource en roches dures concassables assez largement développée sur la feuille Saint-Lô. D'anciennes carrières ont exploité ces formations :

– 143-6-002 : carrière au lieu-dit le Chêne-Foudrier à Montpinchon. Elle exploitait artisanalement le conglomérat du Pont-Brocard, pour la production de moellons destinés à la construction. Elle est abandonnée depuis plusieurs décennies ;

– 143-5-001 : carrière au lieu-dit le Parc, hameau de Montrosq, à Saussey. Elle exploitait de façon artisanale, pour le remblai des chemins un matériau hétérogène, de médiocre qualité, tiré de la Formation de Hyenville. Elle est abandonnée depuis plus de 50 ans.

• **Formations paléozoïques postérieures au Cambrien.** La Formation de Cerisy-la-Salle, constituée de grès quartziteux et de schistes, les grès à débris végétaux de la Formation du Robillard, sont potentiellement utilisables pour la production de matériau tout-venant destiné au remblai. Une petite carrière avait été ouverte en 1961 dans les grès de la Formation de Cerisy-la-Salle, au lieu-dit le Cul-du-Mont (143-6-003). Elle a été très peu exploitée car le matériau était de qualité médiocre.

Les calcaires de la Formation de Montmartin apparaissent en limite ouest de la feuille, sur le territoire de la commune de Saussey, mais ils sont surtout développés plus à l'Ouest dans la région de Montmartin-sur-Mer (feuille Coutances) où ils ont longtemps alimenté les fours à chaux, pour une production de chaux destinée à l'amendement des terres agricoles. Ils sont assez massifs et compacts pour être éventuellement utilisés comme pierre à bâtir, ou comme matériau d'empierrement,... ce qui a été fait dans le passé.

• **Formations alluvionnaires.** Les alluvions de la Vire ou de la Soulle ne sont pas assez développées pour pouvoir constituer une ressource potentielle en granulats roulés.

RESSOURCES EN EAU

Hydrogéologie

La région définie par les limites de la feuille Saint-Lô à 1/50 000 est soumise à un climat de type océanique. La hauteur de pluie moyenne annuelle varie entre 900 mm (secteur de Saint-Lô) et 1 100 mm (environs de Cerisy-la-Salle) et fournit une quantité d'eau comprise entre 350 mm et 500 mm pour l'infiltration.

Les formations géologiques connues sur le plan aquifère grâce aux sources, captages et forages existants sont des formations de socle. On distinguera :

- le Briovérien, avec les grès et siltites de la Formation de Saint-Lô et accessoirement les volcanites de la Formation de Montsurvent ;
- le massif dioritique de Coutances et les métavolcanites qui l'encadrent ;
- les grès ordoviciens de Cerisy-la-Salle.

Il s'agit de terrains durs où l'eau souterraine est limitée à des aquifères de faible extension, généralement assez peu productifs et localisés dans trois types de structures hydrogéologiques :

- les *formations superficielles* perméables ou semi-perméables (limons, altérites, arènes). D'une épaisseur comprise entre 5 et 20 m, elles peuvent alimenter, au moyen d'un puits, une exploitation agricole, mais elles ont essentiellement un rôle de stockage de la pluviométrie efficace, de filtration et de transfert lent vers la structure sous-jacente ;
- les *zones de fracture et de broyage du socle* ; elles peuvent être parfois remplies par des argiles, mais c'est dans ce contexte qu'un débit substantiel peut être obtenu en forage. L'eau peut y circuler rapidement ;
- les *formations indurées* devenues perméables grâce à un réseau de fissures mis en place aux interfaces d'horizons à texture différente ou à la suite de contraintes tectoniques associées aux fractures.

Les aquifères intéressants combinent en général les trois structures hydrogéologiques (cas général des formations briovériennes et du massif de Coutances).

La zone d'alimentation des aquifères, qui donnent naissance à des sources artésiennes et/ou de déversement, est généralement limitée au kilomètre carré. Elle correspond souvent au bassin hydrologique. Ces sources sont considérées bonnes lorsqu'elles atteignent le litre/seconde à l'étiage. Les sources de type artésien correspondent rarement à de grandes structures, mais plutôt à une fracturation locale.

Si ces sources peuvent alimenter les petites communes rurales, elles se révèlent souvent trop modestes pour assurer la desserte des collectivités importantes et, dans les années soixante, le recours aux eaux de surface a été nécessaire afin de pallier le déficit croissant en eau des villes ou des groupements de communes (Coutances, Saint-Lô, S.I.A.E.P. de la Chapelle-sur-Vire, de Montpinchon,...).

Au milieu des années soixante-dix, le développement des techniques de forage dans les terrains de socle a permis de se faire une idée plus précise de la qualité aquifère de ces terrains.

• **Formations du Briovérien.** Les potentialités aquifères de ces terrains sont les mieux connues grâce aux nombreux forages profonds (une cinquantaine) réalisés pour le compte de collectivités locales (communes de Roncey ou de Marigny par exemple) ou de particuliers (agriculteurs de la région de Moyon). Pour une profondeur moyenne de 60 m, les débits au soufflage sont très variables. Ils sont compris entre 2 m³/h (rares fissures) et 30 m³/h (zone fracturée), rarement au-delà, la moyenne se situant aux alentours de 12 m³/h.

Les arrivées d'eau substantielles sont localisées sur quelques mètres, en général dans les horizons plus durs (grès fins), mais une augmentation continue du débit peut être assurée grâce aux microfissures existant à l'intérieur des bancs de siltites ou à l'interface grès/siltites. Ces fissures peuvent être nombreuses et profondes. On a constaté des venues aquifères importantes (supérieures à 5 m³/h) entre - 80 et - 100 m.

Les pompages d'essai, réalisés sur la dizaine de forages « collectivités », ont fourni les résultats suivants : coefficient d'emménagement faible (10⁻⁴ à 10⁻⁵) caractéristique d'un aquifère de socle captif ; transmissivité comprise entre 10⁻⁴ et 10⁻³ m²/s.

L'interprétation de la courbe de descente montre que la zone fracturée perméable est circonscrite à quelques centaines de mètres autour du forage, ce qui limite souvent les débits d'exploitation à 15 m³/h alors que le débit au soufflage laissait espérer des capacités supérieures.

Ces forages (la Hogue à Roncey, la Croix-Friale à Saint-Denis-le-Vêtu, Saint-Benoit à Marigny,...) sont généralement utilisés par les collectivités rurales, au cours de la période d'étiage des nappes, afin de pallier la diminution du débit des sources. Lorsqu'ils sont situés près de celles-ci, les interférences sont significatives et confirment leur type artésien.

• **Grès de Cerisy-la-Salle.** Les sondages sont beaucoup moins nombreux dans ces terrains. On citera les forages d'essai des Hauts-Vents à Cerisy-la-Salle qui ont des caractéristiques assez similaires à ceux creusés dans les formations du Briovérien. Si les risques d'échec apparaissent plus grands à

cause d'une fissuration moins développée, la zone aquifère fracturée, elle, semble plus étendue.

• **Massif dioritique de Coutances.** Les quelques forages privés ou publics exécutés dans ces terrains, sans étude préalable, ont donné peu de résultats (débit à l'air-lift inférieur à 6 m³/h). Toutefois, l'arénisation et la fracturation semblent assez développées. Le chevelu hydrographique et la densité des sources liées aux failles (essentiellement N40°E) restent assez comparables à ce qui existe dans le Briovérien. C'est dans ce contexte géologique qu'émergent les sources du Chasse-Meslier à Cambernon, autrefois utilisées par la commune de Coutances. Malgré un débit correct (150 m³/j à l'étiage), celles-ci ont été abandonnées en raison d'une dégradation de la qualité de l'eau.

• **Métavolcanites cadomiennes.** Nous disposons de peu de données sur les potentialités aquifères de ces roches. On dira seulement que les débits et les arrivées d'eau sont comparables à ceux obtenus en terrains non métamorphiques et des débits au soufflage de 20 m³/h sont donc possibles dans les zones fracturées.

Enfin, il faut préciser que les débits spécifiques calculés à partir des jaugeages effectués sur des ruisseaux traversant ces deux types de terrains (massif dioritique de Coutances et métavolcanites) restent limités (inférieurs à 5 l/s/km²).

Les principales caractéristiques hydrodynamiques des aquifères sont synthétisées dans le tableau de la page suivante, à partir de quelques exemples choisis parmi des forages d'essai positifs.

Qualité des eaux

Les eaux qui circulent dans ces formations du socle armoricain ont des caractéristiques physico-chimiques très voisines. Elles sont :

- de type bicarbonaté-calcique ;
- faiblement minéralisées et relativement douces (moyenne = 8 °F) ;
- acides (pH env. 6) et agressives, ce qui nécessite l'installation du poste de neutralisation pour la distribution d'eau potable.

Contrairement aux sources, les forages qui captent l'eau en profondeur, présentent des teneurs en fer (sous forme ferreux) qui se situent très souvent au-dessus de la concentration maximale admissible de 0,2 mg/l (en moyenne 1 mg/l). Un traitement de déferrisation (biologique ou chimique) doit être mis en place.

En revanche, les phénomènes de réduction qui se manifestent en profondeur permettent aux nitrates d'être présents à des teneurs très faibles (< 5 mg/l). Les sources sont en effet plus contaminées par cet élément, la concentration restant toutefois acceptable grâce à une protection naturelle convenable, ceci pour les formations du Briovérien.

Les données concernant le fer et les nitrates sont à vérifier pour les terrains métamorphiques du massif de Coutances. Les terrains dioritiques semblent, quant à eux, beaucoup plus vulnérables aux pollutions. Pour le captage de Chasse-Meslier, abandonné depuis quelques années, la teneur en nitrates, voisine de 10 mg/l en 1984, a progressé d'une manière spectaculaire pour atteindre 35 mg/l en 1988.

	BRIOVÉRIEN			ORDOVICIEN	Massif Grano- dioritique de COUTANCES	MÉTA- VOLCANITES
	Formation de SAINT-LÔ (grès, schistes, siltites)		Formation de LA TERRETTE (basaltes)	Grès de CERISY		
Site du forage	La Croix- Friale (Saint- Denis-le- Vêtu)	Saint- Benoît (Marigny)	Petite- Terrerie 1 (Montreuil- sur-Lozon)	Les Hauts- Vents 2 (Cerisy-la- Salle)	Coutances	Hôtel- Duval (Cambéron)
Propriétaire	Commune de Roncey	Commune de Marigny	S.I.A.E.P. de Montreuil- sur-Lozon	Commune de Cerisy-la- Salle	Commune de Coutances	M. Leroy
Profondeur de l'ouvrage	55 m	55 m	55 m	64 m	80 m	44 m
Première arrivée d'eau	-10 m	-13 m	-7 m	-19 m	-23 m	-14 m
Dernière arrivée d'eau	-46 m	-30 m	-45 m	-56 m	-75 m	-42 m
Nombre d'arrivées d'eau (>1 m ³ /h)	4	3	6	8	3	5
Débit maximum au soufflage	23 m ³ /h	25 m ³ /h	25 m ³ /h	25 m ³ /h	5 m ³ /h	18 m ³ /h
Débit spécifique (m ³ /h/m)	3	14	6	4		
Transmissivité (m ² /s)						
« immédiate »	2x10 ⁻⁴	4x10 ⁻³	10 ⁻³	13,5x10 ⁻⁴		
« éloigné »		7x10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	14,5x10 ⁻⁴		
Débit maximum d'exploitation	15 m ³ /h	10 m ³ /h	10 m ³ /h	10 m ³ /h		
Niveau statique moyen	-2,50 m	-7 m	-2 m	-3,50 m		
Vulnérabilité	Faible	Moyenne	Faible	Faible	Moyenne	Faible

Principales caractéristiques des aquifères

Notons enfin que les triazines sont toujours décelées à des teneurs très faibles (< 0,1 kg/l).

Les prises d'eau de surface et les petits captages utilisés pour l'A.E.P. qui présentaient une eau de qualité médiocre ont été abandonnés en 1990 au profit des forages situés dans le bassin de Sainteny. Cette ressource en eau permet maintenant à la plupart des collectivités situées entre Coutances et Saint-Lô de bénéficier d'une eau offrant toutes les garanties sur le plan quantitatif et qualitatif. Les caractéristiques de cet important réservoir en eau sont développées dans la notice de la feuille Carentan à 1/50 000 (à paraître).

DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

PRÉHISTOIRE ET ARCHÉOLOGIE

Les principaux sites archéologiques situés sur le territoire de la feuille Saint-Lô appartiennent aux époques néolithique, gallo-romaine et médiévale.

Deux **sites néolithiques** sont actuellement recensés :

– le menhir de *la Roche-Bottin* (Voisin, 1908) au lieu-dit les Hauts-Vents (x = 337,02 ; y = 1154, commune de Cerisy-la-Salle). Il s'agit en fait d'un ensemble de quatre blocs plurimétriques de grès quartzitiques ordoviciens (Formation de Cerisy-la-Salle), dont un seul est encore en position verticale. En 1993, des objets de l'âge du bronze final ont été découverts au pied d'un des blocs renversés ;

– les menhirs de *les Rocques* (x = 324,59 ; y = 1163,93) sur la commune de La Ronde-Haye. Cet ensemble de trois menhirs a été découvert en 1993 lors d'une étude de remembrement (Lepaumier *et al.*, 1994). D'origine locale, ces mégalithes ont été réalisés dans des dalles de volcanites acides briovériennes de la Formation de Montsurvent.

Les **sites gallo-romains**. L'emplacement de la voie romaine qui reliait la cité antique de *Cosedia* (rebaptisée *Constantia* au cours du III^e siècle, actuellement Coutances) et *Augustodurum* (Bayeux) nous est connu par l'étude des cadastres anciens et autres papiers terriers. La route départementale D 972, entre le ruisseau de Prémont (Est de Coutances) et la vallée de la Terrette, en suit le tracé. De même, la route départementale D 235 reprend sensiblement le tracé de l'itinéraire antique reliant *Cosedia* (Coutances) à *Legedia* (Avranches), les deux anciens chefs-lieux des Unelles et des Abrincates.

Les *mottes castrales médiévales* :

– la *butte du Castel* (Gerville, 1854), située au Sud du bourg de Marigny ($x = 338,64$; $y = 1161,4$), représente les restes d'un ancien château-fort encore matérialisé de nos jours par un léger dénivelé formant terrasse et des vestiges de fossés ;

– la *motte castrale de Nicorps* ($x = 325,28$; $y = 1154,27$) a été repérée en 1993 par H. de Chavignac lors d'une prospection-inventaire dans le canton de Coutances. Les restes avec basse-cour sont encore visibles à l'emplacement occupé par l'église de Nicorps.

SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES

Itinéraire géologique dans le socle cadomien du Cotentin méridional (feuilles Coutances et Saint-Lô à 1/50 000). Cette transversale W-E permet de visiter six sites géologiques qui caractérisent plusieurs étapes de l'évolution géodynamique cadomienne. *Avertissement* : la plupart des sites de cet itinéraire sont situés sur des propriétés privées et nécessitent une autorisation pour y pénétrer. Il est rappelé, de plus, que la visite des carrières, même abandonnées, réclame toujours vigilance et prudence (port du casque obligatoire).

À l'Ouest de Montsurvent (D 139), la carrière des Épaisses exploite les pyroclastites et andésites du Briovérien inférieur (Formation de Montsurvent) à caractère de tholéïites d'arc.

Par la D 53, puis la D 435, au Sud-Est de Saint-Sauveur-Lendelin, atteindre l'ancienne carrière inondée des Vallées ouverte dans les amphibolites calciques rubanées à hornblende et grenat, témoin du métamorphisme HT-BP de l'arc constantien.

Par la D 435, puis la D 57, au Sud-Ouest de Mesnilbus (carrefour de la D 53 et de la D 57), affleurement de diorite de Coutances, faciès tonalite à grosses amphiboles et foliation syncristalline, intrusion cadomienne datée à 584 Ma.

Se diriger ensuite vers l'Est par Montcuit et Hauteville-la-Guichard pour rejoindre la vallée du Lozon et les anciennes carrières de la Sauvagerie (D 94) montrant le faciès trondhjémitique de la bordure sud du massif de Coutances et la déformation transcurrente senestre de la phase cadomienne I.

Par Marigny, rejoindre La Chapelle-en-Juger puis le chemin qui longe la rive gauche de la Terrette, où affleurent, à l'Est de la ferme la Trourie, les

paléobasaltes à pillows du Briovérien inférieur (Formation de la Terrette), à cachet de tholéiites distensives.

Rejoindre Saint-Lô (stratotype du Briovérien) pour examiner les schistes de la Formation de Saint-Lô (Briovérien inférieur) ; sous les remparts ouest du château affleurent des siltites et des grès tufacés intensément déformés par la déformation cadomienne II (schistosité de flux et plis isoclinaux serrés, déversés vers le Nord, linéation d'étirement verticale).

D'autres itinéraires géologiques sont présentés dans :

- le *guide géologique régional : Normandie-Maine* (Doré et coll., Paris : Masson, 1987) ; *itinéraire 3 B* : le Col du Cotentin ; *itinéraire 6* : de Coutances au Mont-Saint-Michel ;
- *Géologie de régions : Normandie-Maine* (Juignet et Doré, 1990, Paris : Nathan) ; *itinéraire 3* : le socle cadomo-hercynien au bord sud du Col du Cotentin.

DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES

Les documents de terrain, ainsi que les échantillons pétrographiques et paléontologiques sont conservés au laboratoire de géodynamique, université de Caen, 14032 Caen.

La banque de données du sous-sol du BRGM détient l'inventaire de sondages et autres ouvrages souterrains exécutés dans le périmètre de la feuille, et archive régulièrement les nouveaux travaux. Ces documents peuvent être consultés soit au service géologique régional Basse-Normandie, CITIS « Odyssée », 4 av. de Cambridge, B.P. 277, 14209 Hérouville-Saint-Clair cedex, soit au BRGM, Maison de la Géologie, 77 rue Claude-Bernard, 75005 Paris.

BIBLIOGRAPHIE

- BARDY P. (1989) - L'orogène cadomien dans le Nord-Est du Massif armoricain et en Manche occidentale. Étude tectonométamorphique et géophysique. Mémoires et documents 27, CAESS Rennes, 395 p.
- COUTARD J.P., GIRESE P., LAUTRIDOU J.P. (1972) - Les limons du Nord-Ouest du Bocage normand. *Bull. Soc. linn. Normandie*, vol. 103, p. 58-68.

- DABARD M.P. (1990) - Lower Brioverian formations (Upper Proterozoic) of the Armorican Massif (France) : geodynamic evolution of source areas revealed by sandstone petrology and geochemistry. *Sedimentary Geology*, 69, p. 45-58.
- DISSLER E., DORÉ F., DUPRET L., GRESSELIN F., LE GALL J. (1988) - L'évolution géodynamique cadomienne du Nord-Est du Massif armoricain. *Bull. Soc. géol. Fr.*, IV, (5), p. 801-814.
- DORÉ F. (1969) - Les formations cambriennes de Normandie. Thèse État, Caen, 790 p. (CNRS AO 2837).
- DORÉ F. (1972) - La transgression majeure du Paléozoïque inférieur dans le Nord-Est du Massif armoricain. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 71, 45, p. 801-814.
- DORÉ F. (1994) - Cambrian of the Armorican Massif. In J.D. Keepie (ed.): « Pre-Mesozoic Geology in France and related areas », Berlin : Springer-Verlag, p. 136-141.
- DORÉ F., DUPRET L., HOMMERIL P., LAUTRIDOU J.P. (1988) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Granville (172). Orléans : BRGM, 55 p. Carte géologique par F. Doré, L. Dupret, P. Hommeril, J.P. Lautridou (1987).
- DOUBINGER J., PONCET J. (1964) - Découverte de microorganismes dans la série rouge de Montmartin (Manche). Attribution de cette série au Dévonien moyen ou supérieur. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, 258, p. 1004-1006.
- DOUBINGER J., DROT J., PONCET J. (1966) - Présence d'une série ordovicienne dans le synclinal de Montmartin-sur-Mer (Manche). *C. R. Acad. Sci.*, Paris, 262, p. 961-963.
- DUPRET L. (1974) - Relations structurales entre les formations briovériennes de la région de Granville-Saint-Pair (Massif armoricain). Thèse 3^e cycle, Caen, 125 p.
- DUPRET L. (1988a) - Le Protérozoïque du Massif armoricain nord-oriental (Normandie et Maine). *Bull. Soc. linn. Normandie*, vol. 110-111, p. 75-100.
- DUPRET L. (1988b) - The Proterozoic of northeastern Armorican Massif. In Zoubeck (ed.): « Precambrian in younger fold belts », vol. 1, Precambrian in the European Variscan belt. New York : John Wiley, p. 44-461.
- DUPRET L., CABANIS B., LE GALL J., DORÉ F. (1985a) - Les tholéiites d'arc briovériennes de Montsurvent (Manche) ; leur place dans l'évolution orogénique cadomienne du Nord de l'Armorique. *Hercynica*, I, 1, p. 39-46.

- DUPRET L., LE GALL J., DORÉ F., GATINOT F., DISSLER E. (1985b) - Les spilites de Vassy (Calvados) témoin d'un volcanisme sous-marin tholéiitique et distensif, dans la sédimentation du Briovérien de Normandie (NE du Massif armoricain). *C. R. Acad. Sci.*, Paris, II, 300, p. 687-692.
- DUPRET L., PONCET J., LAUTRIDOU J.P., HOMMERIL P. (1989) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Coutances (142). Orléans : BRGM, 57 p. Carte géologique par L. Dupret, J. Poncet, J.P. Lautridou, P. Hommeril (1987).
- DUPRET L., DISSLER E., DORÉ F., GRESSELIN F., LE GALL J. (1990) - Cadomian geodynamic evolution of the northeastern Armorican Massif (Normandy and Maine). In R. D'Lemos, R. Strachan, C. Topley (eds): « The Cadomian orogeny ». *Geol. Society*, Sp. Publ. 51, p. 115-131.
- GARLAN T. (1985) - Sédimentologie du Briovérien supérieur de Normandie et du Maine. Thèse 3^e cycle, Caen, 166 p.
- GERVILLE (DE) (1854) - Études géographiques et historiques sur le Département de la Manche, p. 160.
- GRAINDOR M.J. (1957) - Le Briovérien dans le Nord-Est du Massif armoricain. *Mém. Serv. Carte géol. Fr.*, 211 p.
- GRAINDOR M.J. (1964) - Tectonique tangentielle au Sud de Coutances (Manche). *C. R. Acad. Sci.*, Paris, 259, p. 1985-1987.
- GRAVIOU P. (1992) - Reconnaissance d'une suture majeure au sein de la Chaîne cadomienne. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, 315, p. 1799-1802.
- GUERROT C. (1989) - Archéen et Protérozoïque dans la Chaîne hercynienne ouest-européenne. Géochimie isotopique (Sr, Nd, Pb) et géochronologie U/Pb sur zircons. Mémoires et documents 25, CAESS Rennes, 165 p.
- GUERROT C., PEUCAT J.J., DUPRET L. (1989) - Données nouvelles sur l'âge du système briovérien (Protérozoïque supérieur) dans le Nord du Massif armoricain. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, 308, II, p. 89-92.
- GUERROT C., CALVEZ J.Y., BONJOUR J.L., CHANTRAINE J., CHAUVEL J.J., DUPRET L., RABU D. (1992) - Le Briovérien de Bretagne centrale et occidentale : nouvelles données radiométriques. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, 315, p. 1741-1746.
- HALLOT E. (1993) - Injection dans les réservoirs magmatiques. Contraintes pétrologiques (massifs de Fort-la-Latte et de Saint-Brieuc, Bretagne nord) et modélisation analogique. Mémoires 49, Géosciences Rennes, 281 p.
- HÉBERT R., BALLÈVRE M. (1993) - Petrology of staurolite bearing metapelites from the Cadomian belt. Northern Brittany (France). Constraints on low pressure metamorphism. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 164, p. 215-228.

- JONIN M., VIDAL P. (1975) - Étude géochronologique des granitoïdes de la Mancellia, Massif armoricain, France. *Canad. J. Earth Sci.*, 12, p. 920-927.
- LAUTRIDOU J.P. (1985) - Le cycle périglaciaire pléistocène en Europe du Nord-Ouest et plus particulièrement en Normandie. Thèse État, Caen, 908 p.
- LE CORRE C. (1977) - Le Briovérien de Bretagne centrale : essai de synthèse lithologique et structurale. *Bull. BRGM*, 2, sect. I, 3, p. 219-254.
- LE GALL J. (1993) - Reconstitution des dynamismes éruptifs d'une province paléovolcanique : l'exemple du graben cambrien du Maine (Est du Massif armoricain). Pétrogenèse des magmas andésitiques et ignimbritiques et leur signification dans l'évolution géodynamique cadomienne. Mémoire 52, Géosciences Rennes, 361 p.
- LE GALL J., DISSLER E., DUPRET L. (1986) - Signification géodynamique des volcanismes briovériens dans le Nord-Est du Massif armoricain. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, II, 303, p. 1587-1592.
- LEPAUMIER H., GESQUIÈRE E., MARCIGNY C. (1994) - Inventaire des mégalithes du département de la Manche, rapport de prospection thématique. Service Régional de l'Archéologie de Basse-Normandie.
- MANSUY C. (1983) - Les microsphères du Protérozoïque supérieur armoricain (Briovérien), nature, répartition, affinités. Thèse 3^e cycle, Rennes, 108 p.
- PELHÂTE A., PONCET J. (1970) - Précisions sur l'âge de la partie basale du Dinantien du « synclinal » de Montmartin (Manche). *C. R. somm. Soc. géol. Fr.*, 4, p. 109-110.
- PELHÂTE A., PONCET J. (1975) - Les calcaires dinantiens du synclinal de Montmartin (Massif armoricain, France). 7^e congrès international sur le Carbonifère (Krefeld, 1971), IV, p. 65-73.
- PONCET J. (1968) - Contribution à l'étude sédimentologique et stratigraphique du Dévonien de Basse-Normandie. Thèse État, Caen, 267 p.
- PONCET J. (1974) - La série stratigraphique dans le synclinal de Montmartin-sur-Mer (Manche). *Bull. Soc. linn. Normandie*, 104, p. 59-69.
- PONCET J., GIRESSÉ P. (1972) - Nouvelle datation des niveaux gréseux entre Hyenville et Cerisy-la-Salle. Synclinal de Montmartin-sur-Mer (Manche). *Bull. BRGM*, 1, p. 49-58.
- ROBARDET M. (1981) - Évolution géodynamique du Nord-Est du Massif armoricain au Paléozoïque. *Mém. Soc. géol. minéral. Bretagne*, 20, 342 p.
- ROBLOT M.M. (1961) - L'étage à niveaux charbonneux du Briovérien normand (X2a). *Bull. Soc. géol. Fr.*, 7, p. 27-32.

ROBLOT M.M. (1971) - Les roches silico-carbonées du Précambrien armoricain. *Sciences de la Terre*, Nancy, 20, 322 p.

SAUNIER J.F. (1982) - Étude du Briovérien inférieur au Nord de Coutances (pétrographie, cartographie). D.E.A., Rennes.

VOISIN (1908) - Inventaire des découvertes archéologiques du département de la Manche, t. II, p. 103.

AUTEURS

Lionel DUPRET, maître de conférences à l'université de Caen : introduction ; description du Briovérien inférieur, des roches plutoniques, métamorphiques et filoniennes ; conditions de formation des entités géologiques ; évolution tectono-métamorphique ; synthèse géodynamique régionale.

Eric DISSLER, docteur en géologie : description du Briovérien supérieur.

Jacques PONCET, attaché de recherche au CNRS, université de Caen : description des formations paléozoïques.

Jean-Pierre COUTARD, ingénieur au Centre de géomorphologie du CNRS (Caen) : description des formations superficielles.

Maurice FRESLON, hydrogéologue à la DDAF de la Manche : ressources en eau.

Jean-Pierre CAMUZARD, pédologue : occupation du sol.

Benjamin HÉRARD, chargé d'études, service régional de l'archéologie de Basse-Normandie : préhistoire et archéologie.

Claude LANGEVIN, ingénieur géologue au BRGM : substances utiles, carrières.

Coordination : L. DUPRET

ANNEXE

ANALYSES CHIMIQUES (tabl. 1 à 5)

	Basaltes	Andésites basaltiques	Andésites	Dacites	Rhyolites
*	9	7	15	2	5
SiO ₂	51,16	54,26	59,29	67,90	76,50
Al ₂ O ₃	17,86	16,78	15,86	14,85	13,13
Fer total	11,16	10,64	11,25	7,86	4,21
MnO	0,24	0,22	0,16	0,18	0,08
MgO	7,00	5,81	3,68	1,62	1,09
CaO	8,13	6,58	4,70	0,67	0,20
Na ₂ O	2,98	4,14	3,88	5,35	2,37
K ₂ O	0,54	0,77	0,42	0,48	1,96
TiO ₂	0,79	0,75	0,69	0,96	0,42
P ₂ O ₅	0,14	0,05	0,07	0,13	0,04
PF	4,05	3,14	3,57	2,35	2,54
*	3	3	8	1	
Cr	79	80	22	12	
Ni	42	29	13	< 10	
Ba	206	89	142	87	
Sr	210	116	112	46	
V	229	224	151	10	
La/Yb	2,80	2,1-2,7	1,3-3,2	-	

* nombre d'analyses

Tableau 1 - Analyses chimiques moyennes des volcanites briovériennes de Montsurvent (d'après Dupret *et al.*, 1989)

	SPILITES de LA TERRETTE					
	BR 25	BR 27	BR 31	BR 30	SL 53b	BR36b
SiO ₂	48,33	47,50	48,26	50,76	45,87	48,81
Al ₂ O ₃	15,31	15,22	14,76	15,88	15,60	14,64
Fe ₂ O ₃	10,71	11,35	12,10	9,62	11,08	11,33
MnO	0,17	0,16	0,27	0,14	0,17	0,20
MgO	6,37	4,02	3,91	6,11	7,40	6,57
CaO	10,38	12,55	11,81	6,58	11,12	11,32
Na ₂ O	3,09	2,19	2,76	3,64	2,82	3,00
K ₂ O	0,08	0,04	0,11	0,20	0,17	0,04
TiO ₂	1,34	1,52	1,51	1,57	1,41	1,69
P ₂ O ₅	0,13	0,20	0,21	0,20	0,15	0,18
PF	3,96	4,71	3,77	4,53	3,96	2,50
Total	99,87	99,46	99,47	99,23	99,75	100,28
Ba	250	121	206	125	94	116
Co	65	69	59	60	81	47
Cr	393	564	542	509	349	134
Cu	71	88	98	55	62	45
Ni	149	198	220	257	142	94
Sr	215	67	95	122	84	623
V	286	298	286	263	245	302
Rb	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
La	4,07	4,49	4,01	5,14	7,00	6,63
Ce	11,41	16,27	15,03	16,38	30,43	32,43
Nd	9,08	10,24	9,65	11,33	12,56	14,36
Sm	3,06	3,60	3,53	3,77	4,77	5,52
Eu	1,21	1,16	1,03	1,15	2,34	2,66
Gd	3,66	4,11	4,24	4,23	5,01	5,95
Dy	4,78	5,06	4,84	4,96	4,95	6,36
Er	2,61	2,90	2,78	2,79	2,94	3,68
Yb	2,75	2,90	2,79	2,80	3,16	4,09
Lu	0,43	0,48	0,49	0,45	0,53	0,70
Y	32,12	33,42	31,48	31,90	34,79	44,73
La/Yb	1,48	1,55	1,44	1,83	2,20	1,62
Eu/Eu*	1,10	0,93	0,82	0,89	1,48	1,43

Tableau 2 - Analyses chimiques des spilites de la Terrette (éléments majeurs, éléments traces et terres rares - CRPG Nancy)

	Siltites		Wackes	
	M	s	M	s
SiO ₂	66,60	4,09	70,57	3,12
Al ₂ O ₃	15,42	1,46	14,02	1,33
Fe ₂ O ₃	5,43	1,28	4,39	0,86
MnO	0,05	0,01	0,04	0,02
MgO	1,96	0,56	1,32	0,33
CaO	0,39	0,20	0,26	0,08
Na ₂ O	2,73	0,56	3,13	0,37
K ₂ O	2,88	0,53	2,18	0,37
TiO ₂	0,70	0,09	0,60	0,07
P ₂ O ₅	0,14	0,03	0,11	0,01
PF	3,56	0,96	3,00	0,91
Rb	103	22	*77	12
Sr	102	22	134	28
Ba	636	173	690	187
Ni	40	16	37	14
Cr	96	14	83	18
Co	14	4	*12	2
V	109	34	85	25
Nb	14	2	*12	1
Zr	186	37	182	29
Y	26	7	*20	0

Tableau 3 - Composition chimique moyenne des siltites (9 analyses) et des grès (12 analyses) du Briovérien inférieur (d'après Dabard, 1990)

	TRONDHJÉMITE			
	17	18	19	20
SiO ₂	71,82	71,92	73,05	75,46
Al ₂ O ₃	15,68	15,93	15,74	13,73
Fe ₂ O ₃	1,54	1,47	0,98	0,94
FeO	-	-	-	-
MnO	0,05	0,07	0,05	0,04
MgO	0,31	0,00	0,60	0,27
CaO	2,86	2,02	0,48	1,28
Na ₂ O	4,63	4,58	3,41	6,33
K ₂ O	1,33	2,41	2,79	0,47
TiO ₂	0,16	0,11	0,15	0,11
P ₂ O ₅	0,03	nd	nd	nd
H ₂ O ⁺	-	1,05	1,97	0,71
H ₂ O ⁻	-	0,24	0,44	0,19
PF	0,87	-	-	-
Total	99,28	99,8	99,66	99,53

	AMPHIBOLITE			
	21	22	23	24
SiO ₂	57,68	56,57	52,42	47,90
Al ₂ O ₃	15,84	16,70	15,76	14,83
Fe ₂ O ₃	9,60	9,08	9,87	9,98
FeO	-	-	-	-
MnO	0,15	0,14	0,14	0,20
MgO	2,34	3,11	8,19	3,63
CaO	5,64	5,37	7,54	17,91
Na ₂ O	5,09	4,97	4,33	0,99
K ₂ O	0,41	0,78	0,62	0,12
TiO ₂	1,03	0,72	0,63	0,74
P ₂ O ₅	0,20	0,19	0,10	0,15
H ₂ O ⁺	-	-	-	-
H ₂ O ⁻	-	-	-	-
PF	2,45	2,22	2,72	2,01
Total	100,43	99,85	102,32	98,46

Tableau 4 - Analyses chimiques des roches du massif de Coutances (diorite quartzique, trondhjémite, amphibolite)

Origine et localisation des analyses. *Analyses CRPG Nancy* : 2 - le Vaurescent ; 3 - la Maison-Rouge ; 8 - le Bouillon ; 9 - la Réauté ; 16 - Coutainville ; 17 - la Homerilière ; 18 - le Georget ; 21 - carrière de Montcuit ; 22 - Ecoulanderie. *BRGM (Saunier, 1982)* : 6 - la Grande-Colerie ; 15 - la Justice ; 23 - carrière de Saint-Michel-de-la-Pierre ; 24 - carrière des Vallées. *Centre de géomorphologie de Caen* : 1 - Pont-Tardif ; 4 - La Lioterie ; 5 - Vaudrimesnil ; 7 - Hôtel-Rouxel (Hauteville-la-Guichard) ; 10 - le Grand-Moulin ; 11 et 12 - la Jupinière ; 14 - la Guesmonnière (Montcuit) ; 19 et 20 - la Rivière (Hauteville-la-Guichard).

DIORITE QUARTZIQUE (tonalite)																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
SiO ₂	54,06	56,49	58,07	59,32	59,51	59,82	60,4	60,54	60,79	61,01	61,25	61,26	61,82	62,39	62,6	65,57
Al ₂ O ₃	16,96	20,25	17,16	17,01	17,08	17,67	16,76	17,82	17,27	16,3	17,08	17,23	16,3	16,72	17,78	15,99
Fe ₂ O ₃	8,17	4,71	0,95	6,43	6,32	5,78	5,52	5,22	5,40	5,30	5,08	1,57	5,09	6,66	5,23	1,27
FeO	-	-	3,94	-	-	-	-	-	-	-	-	4,46	-	-	-	1,76
MnO	0,38	0,10	0,22	0,28	0,25	0,10	0,09	0,10	0,09	0,33	0,24	0,19	0,22	0,25	0,09	0,21
MgO	6,64	1,39	3,84	3,32	4,35	3,17	2,90	2,02	2,81	4,18	3,84	1,65	3,74	3,34	2,83	1,44
CaO	2,44	7,74	6,55	4,48	2,59	6,57	5,14	5,82	5,72	4,35	3,44	5,82	4,51	2,80	5,74	3,00
Na ₂ O	2,94	4,57	4,44	3,37	3,55	3,89	3,91	3,82	3,85	3,29	3,25	3,99	2,49	3,44	4,01	5,76
K ₂ O	1,97	1,25	1,32	1,67	1,70	1,01	1,45	1,58	1,55	1,35	2,18	1,63	1,03	1,31	1,54	1,4
TiO ₂	0,91	0,42	0,43	0,65	0,86	0,55	0,59	0,53	0,53	0,72	0,70	0,80	0,65	0,56	0,51	0,35
P ₂ O ₅	nd	nd	0,167	nd	nd	0,18	nd	0,19	0,18	nd	nd	0,16	nd	nd	0,16	0,112
H ₂ O ⁺	3,15	-	-	2,09	2,31	-	2,34	-	-	2,08	2,26	1,12	2,30	2,20	-	-
H ₂ O ⁻	1,41	0,12	0,385	0,38	0,52	-	0,49	-	-	0,42	0,64	0,19	0,36	0,43	-	0,156
PF	-	1,49	1,69	-	-	1,80	-	1,30	1,95	-	-	-	-	-	1,75	1,55
Total	99,03	98,53	99,162	99,00	99,04	100,54	99,59	98,94	100,14	99,33	99,96	100,07	98,51	100,1	102,24	98,568

		VOLCANISME COMPRESSIF						VOLCANISME DISTENSIF		
		LE VAST			MONTSURVENT			LES MORTES-FEMMES	LA TERRETTE	VASSY
%	SiO ₂	47-51	51-53	53-60	47-53	53-56	56-63	50-56	50-53	48-50
%	TiO ₂	0,9	1,2	1,1	0,8	0,8	0,7	2,5	1,5	1,7
%	MgO	12,5	8,5	5	7	6	3,5	4,5	5,5	9
ppm	Cr	950	400	280	80	80	20	80	500	270
ppm	Ni	500	185	150	40	30	15	55	205	90
ppm	Y	21	20	19	19	22	28	46	32	29
	La/Yb	4,5	3,7-13,8	3,8-5,4	2,8	2,1-2,7	2,3-7,9	3,6-4,4	1,4-1,8	1,3-2,8
	Th/Ta					13	17			~ 1

Tableau 5 - Éléments majeurs et traces représentatifs des formations volcaniques du Briovérien normand (d'après Dissler *et al.*, 1988)