



# CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE A 1/50 000

## LANDIVY

par

Y. VERNHET, P. CHÈVREMONT,  
C. LANGEVIN

## LANDIVY

La carte géologique à 1/50 000  
LANDIVY est recouverte par la coupure  
AVRANCHES (N° 61)  
de la Carte géologique de la France  
à 1/80 000

Avranches Mont-St-Michel	Mortain	Fiers-de- l'Orne
St-Hilaire- du-Harcouët	LANDIVY	Domfront
Fougères	Ernée	Mayenne

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  
LANDIVY À 1/50 000**

**par**

**Y. VERNHET, P. CHÈVREMONT, C. LANGEVIN**

**1997**

**Éditions du BRGM  
Service géologique national**

**Références bibliographiques.** Toute référence en bibliographie au présent document doit être faite de la façon suivante :

*pour la carte* : VERNHET Y., CHÈVREMONT P., avec la collaboration de LAUTRIDOU J.P. (1997) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Landivy (248). Orléans : BRGM. Notice explicative par Y. Vernhet, P. Chèvremont, C. Langevin (1997), 83 p.

*pour la notice* : VERNHET Y., CHÈVREMONT P., LANGEVIN C. (1997) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Landivy (248). Orléans : BRGM, 83 p. Carte géologique par Y. Vernhet, P. Chèvremont, avec la collaboration de J.P. Lautridou (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 : 2-7159-1248-X

## SOMMAIRE

	<b>Pages</b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>5</b>
<i>SITUATION GÉOGRAPHIQUE</i>	<b>5</b>
<i>CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL - PRÉSENTATION     DE LA CARTE</i>	<b>7</b>
<i>TRAVAUX ANTÉRIEURS</i>	<b>9</b>
<i>CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE</i>	<b>10</b>
<b>DESCRIPTION DES TERRAINS</b>	<b>11</b>
<i>PROTÉROZOÏQUE SUPÉRIEUR</i>	<b>11</b>
<b>Briovérien post-phanitique</b>	<b>11</b>
<b>Plutonisme cadomien</b>	<b>21</b>
<i>ROCHES FILONIENNES ET EN PETITS CORPS</i>	<b>27</b>
<i>QUATERNAIRE ET FORMATIONS SUPERFICIELLES</i>	<b>32</b>
<b>CONDITIONS DE FORMATION DES ENTITÉS GÉOLOGIQUES</b>	<b>37</b>
<b>ÉVOLUTION TECTONO-MÉTAMORPHIQUE</b>	<b>48</b>
<b>SYNTHÈSE GÉODYNAMIQUE RÉGIONALE</b>	<b>51</b>
<b>GÉOLOGIE DE L'ENVIRONNEMENT</b>	<b>55</b>
<i>OCCUPATION DU SOL</i>	<b>55</b>
<i>ÉLÉMENTS DE GÉOTECHNIQUE</i>	<b>58</b>
<i>RISQUES NATURELS</i>	<b>58</b>
<i>RESSOURCES EN EAU</i>	<b>59</b>
<i>SUBSTANCES UTILES, CARRIÈRES</i>	<b>65</b>
<i>GÎTES MINÉRAUX</i>	<b>65</b>
<b>DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE</b>	<b>66</b>
<i>PRÉHISTOIRE ET ARCHÉOLOGIE</i>	<b>66</b>
<i>AFFLEUREMENTS REMARQUABLES</i>	<b>68</b>
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	<b>69</b>
<i>DOCUMENTS CONSULTABLES</i>	<b>73</b>
<b>AUTEURS</b>	<b>74</b>

*ANALYSES CHIMIQUES ET RADIOCHRONOLOGIQUES  
(tableaux 1 à 10)*

*PRINCIPAUX TRAVAUX ENREGISTRÉS À LA BANQUE  
DE DONNÉES DU SOUS-SOL (tableau 11)*

## INTRODUCTION

### *SITUATION GÉOGRAPHIQUE*

Le territoire couvert par la feuille 1/50 000 Landivy est localisé dans le Sud de la Basse-Normandie, à la frontière avec la Bretagne. Il est à cheval sur quatre départements : l'Orne, la Mayenne, la Manche et l'Ille-et-Vilaine. Cette zone à paysages typiques du Bocage normand correspond également à la limite d'extension ouest du parc régional de Normandie-Maine.

Les principales agglomérations présentes sur cette carte sont Saint-Hilaire-du-Harcouët (partie est), Fougerolles-du-Plessy, Pontmain, Landivy, Barenton, Le Teilleul, Mantilly, Buais, Passais et Saint-Mars-d'Égrenne.

Ce paysage de bocage s'étage en moyenne entre 100 et 250 m d'altitude, avec deux zones relativement bien individualisées : l'une occupant le tiers nord de la feuille, d'altitude moyenne comprise entre 100 et 120 m et correspondant globalement aux terrains protérozoïques non métamorphisés ; la seconde occupant le restant de la coupure, avec des altitudes variant entre 180 et 250 m et correspondant aux granitoïdes et cornéennes briovériennes associées. Alors que la première zone apparaît relativement peu contrastée, monotone, la seconde se montre nettement plus accidentée, à vallées très encaissées, notamment au niveau des communes de Landivy et de Fougerolles-du-Plessy.

Les dykes doléritiques, fréquents sur ces deux zones, s'individualisent également assez clairement dans la topographie et jouent un rôle non négligeable dans la structuration et la mise en place des formations superficielles éoliennes.

En dehors de ce contrôle géologique, on retiendra également la zone dépressive localisée dans la partie nord-ouest de la feuille et en grande partie induite par le cours de la rivière Sélune.

Le territoire est principalement drainé au Nord et à l'Ouest par la Sélune et son affluent l'Airon qui se jettent à l'Ouest en baie du Mont-Saint-Michel, et à l'Est par la rivière Colmont, affluent de la Mayenne qui alimente plus au Sud le bassin de la Loire.

En dehors de la rivière Airon dont le bassin est en grande partie localisé dans une « gouttière » briovérienne cornéifiée coincée entre deux massifs granitiques (le massif de Fougères au Sud et l'apophyse ouest du massif de Passais-Le Horps), le réseau hydrographique demeure essentiellement contrôlé par les réseaux de fracture N40°E et N160°E.

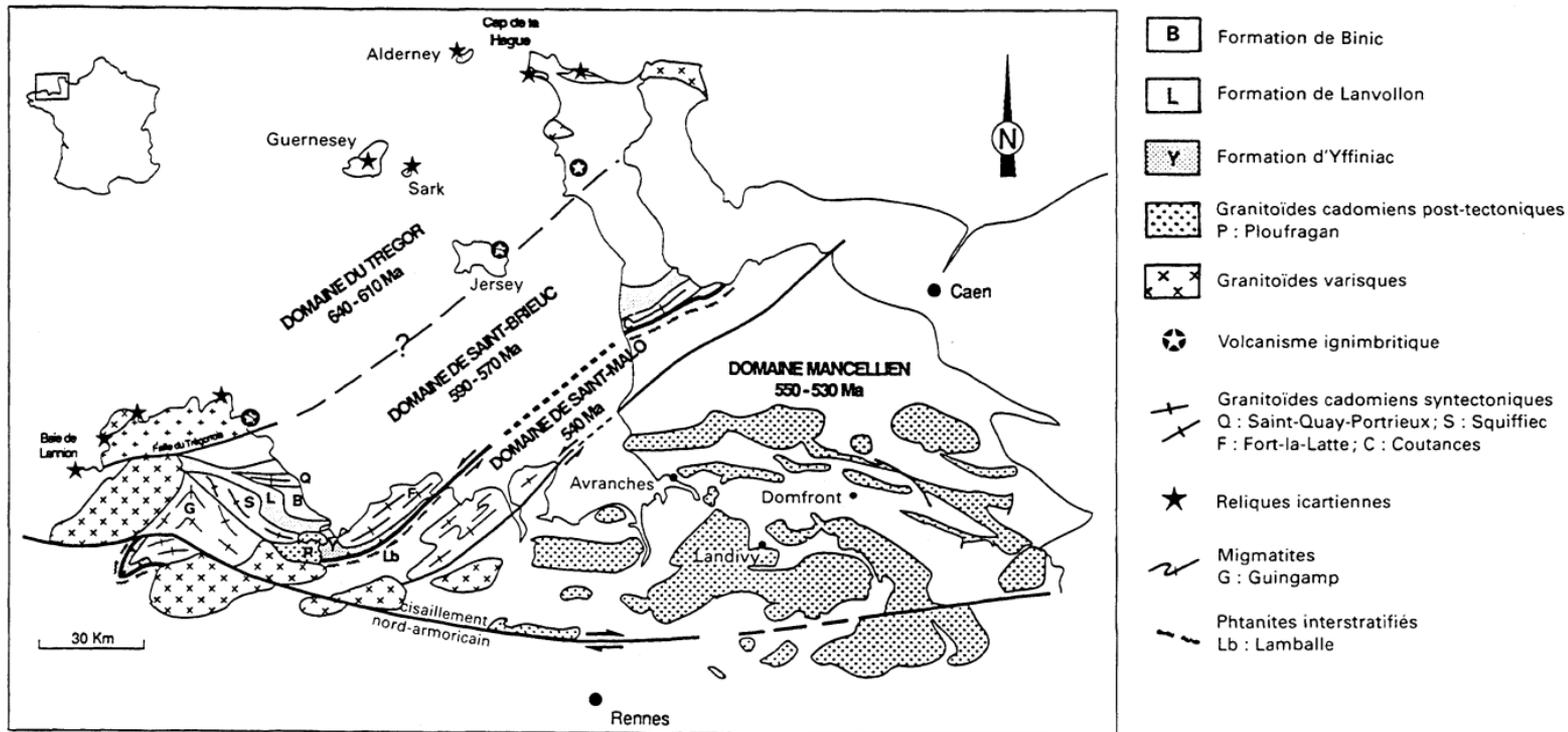


Fig. 1 - Schéma structural de l'orogène cadomien du Massif armoricain (d'après Hébert, 1993)

## CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL PRÉSENTATION DE LA CARTE

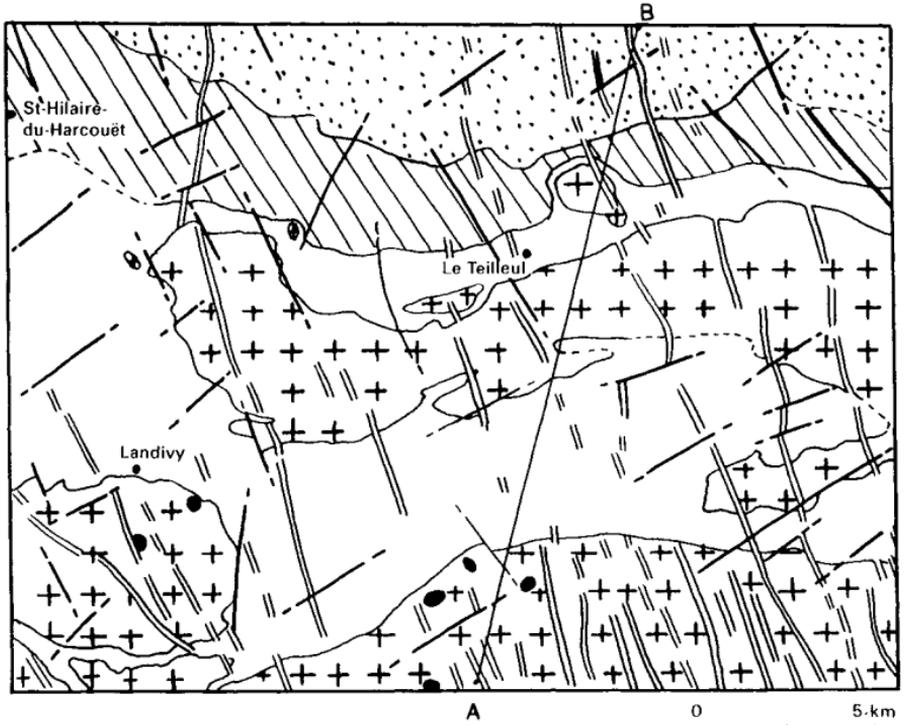
La région couverte par la feuille Landivy se situe dans la partie nord-est du Massif armoricain, et fait partie intégrante du domaine mancellien (fig. 1) limité au Nord-Ouest par le linéament majeur de Granville et le domaine de Saint-Malo, et au Sud par l'accident cisaillant nord-armoricain (Chauris *et al.*, 1956 ; Cogné, 1972 ; Hébert 1993). Le domaine de Saint-Malo est constitué par des sédiments protérozoïques phtanitiques (Briovérien dit inférieur). Sur le plan régional, ce domaine mancellien est essentiellement constitué de terrains protérozoïques aphanitiques (Briovérien supérieur) affectés par l'orogénèse cadomienne, intrudés notamment par des plutons granitiques et granodioritiques, et de terrains paléozoïques faiblement déformés lors de l'orogénèse hercynienne. Structuellement, ce domaine mancellien se situe dans le domaine continental intraplaque du domaine cadomien nord-armoricain (Chantraine *et al.*, 1988).

Les terrains présents sur la zone cartographiée (fig. 2) sont essentiellement d'âge protérozoïque, sédimentaires détritiques et marins (le Briovérien) ou cristallins (granodiorites à biotite et cordiérite du batholite mancellien). Ils sont recoupés par une multitude de dykes basiques dont l'âge de mise en place reste encore à l'heure actuelle incertain, probablement dévono-carbonifère.

Les terrains sédimentaires protérozoïques sont composés de siltites, siltites ardoisières, argilites et grauweekes. En l'absence d'horizons de phtanites caractéristiques et d'après les connaissances acquises régionalement (feuilles Flers, Domfront, Mortain, etc.), ces formations sont attribuées au Briovérien supérieur post-phtanitique (Le Corre, 1977). Au cours de l'orogénèse cadomienne, il y a 600 à 540 Ma, elles ont été déformées, affectées par un métamorphisme régional de faible intensité, anchi- à épizonal, ainsi que par un métamorphisme de contact (cornéennes) lié à la mise en place syn- à tardi-orogénique des granodiorites du batholite mancellien qui comporte deux faciès : l'un à biotite et cordiérite, l'autre à biotite seule (faciès de Louvigné-du-Désert). Sur la zone cartographiée, les terrains briovériens peu métamorphiques sont exclusivement localisés dans le tiers nord de la coupure, le restant de la zone étant occupé par les granodiorites à cordiérite et les cornéennes briovériennes associées (fig. 2).

La couverture paléozoïque présente au Nord et à l'Est, sur les feuilles Mortain et Domfront respectivement, est ici absente (cf. schéma structural).

Aucun dépôt d'âge secondaire ou tertiaire n'a été reconnu.



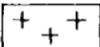
-  Briovérien peu ou pas métamorphique  
(siltites-argilites : bS; grauwackes : bG)
-  Briovérien métamorphique : domaine des "schistes tachetés" (bGS et bSS)  
(métamorphisme de contact)
-  Briovérien métamorphique : domaine des cornéennes (bK, bGK, bSK)  
(métamorphisme de contact)
-  Granodiorite à biotite et cordiérite ( $\gamma^4$ )
-  Leucogranite ( $^L\gamma^3$ )
-  Dyke doléritique ( $\delta\beta$ )
-  Faille
-  Position de la coupe schématique

Fig. 2 - Présentation simplifiée des grandes unités géologiques de la feuille Landivy

En dehors de ces terrains, on note la présence de formations superficielles continentales quaternaires, très inégalement réparties, en particulier développées dans la partie nord de la carte (limons) au niveau du bassin de la Sélune (de Saint-Hilaire-du-Harcouët à Saint-Mars-d'Égrenne). Les formations les plus récentes sont d'âge quaternaire, continentales et représentées par des dépôts périglaciaires, des placages éoliens loessiques et des alluvions fluviales.

### TRAVAUX ANTÉRIEURS

La couverture géologique de la feuille Landivy a été réalisée en partie en 1837 et 1840 par E. Blavier (cartes de la Mayenne et de l'Orne), en 1838 par A. de Caumont (carte de l'Orne), en 1866 par G. Massieu (carte de l'Ille-et-Vilaine) et en 1880 par E. Vieillard (carte de la Manche). La première carte géologique de synthèse à 1/80 000 (Avranches) a été réalisée en 1882 par A. Potier et A. de Lapparent ; cette édition a été réactualisée en 1942 par H. Matte puis en 1970 par M.J. Graindor et M.M. Roblot. Les grands ensembles définis à l'origine sont restés sensiblement identiques au cours de ces réactualisations, mais leurs contours ont été de plus en plus affinés, notamment au niveau des pointements granitiques.

Les subdivisions au sein même du Briovérien sont cependant restées très restreintes, limitées sur le plan stratigraphique à la définition de deux ensembles, moyen et supérieur (ou ancien et récent), en fonction de la présence ou non de « tillites » (Graindor, 1965) et, sur le plan métamorphique, à la représentation d'une seule auréole de métamorphisme englobant l'ensemble des faciès de métamorphisme de contact (cornéennes et « schistes tachetés »). Sur le plan structural, les deux phases de plissements, cadomienne et hercynienne, sont mises en évidence dès 1893.

Depuis, le levé des feuilles à 1/50 000 La Ferté-Macé (Doré *et al.*, 1977), Fougères (Dadet *et al.*, 1981), Flers-de-l'Orne (Beurrier *et al.*, 1983), Saint-Hilaire-du-Harcouët (Dadet *et al.*, 1983), Mortain (Ménillet *et al.*, 1987), Villaines-la-Juhel (Doré *et al.*, 1987), Argentan (Ménillet *et al.*, 1989), Domfront (Vernhet *et al.*, 1996) a fortement contribué à améliorer les connaissances sur la géologie régionale. Il en va de même des nombreuses études réalisées tant sur un plan général (Klein, 1973 ; Robardet, 1981) que sur un plan plus spécifique, telles celles de J. Cogné (1972), C. Le Corre (1977), J. Chantraine *et al.* (1982, 1986, 1988), E. Égal et É. Le Goff (1994), F. Doré *et al.* (1985) et L. Dupret et J. Le Gall (1984) pour le Briovérien, de M. Jonin (1973, 1981), M. Jonin et P. Vidal (1975) et A.M. Fouillac *et al.* (1986) pour les granitoïdes de la Mancellia, et de J.P. Lautridou (1985, 1991) pour les formations superficielles.

## CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE

La carte Landivy a été élaborée dans le cadre du levé systématique de la Carte géologique de la France à l'échelle du 1/50 000.

Les principales difficultés rencontrées lors du levé de cette feuille sont de deux ordres ; elles sont liées d'une part aux conditions d'affleurement, très irrégulières d'un secteur à l'autre, et notamment très médiocres dans les zones à fort recouvrement qu'il soit terrigène (limons, alluvions) ou végétal (pâturages, marécages) (vallée de la Sélune), mais également, pour les deux tiers inférieurs de la carte, au contexte géologique local. En effet, dans cette partie de la carte, les terrains briovériens sont plus ou moins bien affleurants, de puissance réduite (localement seulement 2 à 3 m de cornéennes sur le granite) et apparaissent beaucoup trop affectés par le métamorphisme de contact pour que l'on puisse réellement y introduire des subdivisions d'ordre lithologique. L'absence dans cette zone de faciès non métamorphisés empêche dès le départ tout calage lithologique, ce qui a conduit à cartographier la quasi-totalité des terrains briovériens de cette étendue en cornéennes indifférenciées.

La cartographie dite en « pierres volantes » dans les labours a été largement utilisée sur l'ensemble de la carte où les terrains sont pour près de 50 % occupés par les cultures (en majorité maïs pour le bétail, quelques parcelles de blé). Quelques travaux de remembrement, notamment sur Fougerolles-du-Plessy, Les Loges-Marchis, et Notre-Dame-du-Touchet (aménagement de routes, fossés, travaux de drainages) ont permis d'affiner les observations.

### Apports scientifiques et techniques des nouveaux levés

Plusieurs améliorations, tant scientifiques qu'à intérêt économique (aménagement du territoire), ont été introduites par rapport à la carte à 1/80 000 Avranches et aux cartes à 1/50 000 réalisées dans la région (Mortain, Flers-de-l'Orne, etc.).

Concernant la *lithostratigraphie*, une cartographie détaillée des différents faciès pétrographiques du Briovérien a pu être réalisée dans le tiers nord de la coupure. Elle fait suite à celle réalisée plus à l'Est sur la feuille Domfront. Cette cartographie systématique a également permis de préciser l'extension et la répartition des formations superficielles quaternaires (alluvions, lœss et formations périglaciaires), importantes au plan économique (agriculture, environnement et aménagement du territoire). Enfin, plusieurs nouveaux affleurements de leucogranites, de dykes doléritiques, de nombreux filons de quartz et quelques bouffées pegmatitiques ont été répertoriés. Les limites et les relations des granodiorites à cordiérite avec le Briovérien et les dykes doléritiques ont été affinés tant dans la partie sud-est de la carte (Heussé, Saint-Siméon et L'Épinay-le-Comte) qu'au Nord

dans les secteurs de Saint-Symphorien, Le Teilleul et Saint-Cyr-du-Bailleul.

Sur le plan *métamorphique* et *structural*, le gradient de métamorphisme de contact a pu être visualisé dans le tiers nord de la coupure par la représentation des différentes auréoles de métamorphisme (cornéennes et « schistes tachetés »). Les différents faciès pétrographiques distingués au sein du Briovérien ont été dans la mesure du possible suivis en continu au travers de ces différentes auréoles, permettant ainsi de visualiser la structuration et les relations de cet ensemble sédimentaire protérozoïque avec les massifs intrusifs cadomiens. Plusieurs réseaux de fracturation ont été reconnus, notamment ceux de direction N160° à N170°E et N40° à N45°E.

## DESCRIPTION DES TERRAINS

### *PROTÉROZOÏQUE SUPÉRIEUR*

#### **Briovérien post-phtanitique, peu ou pas métamorphique à métamorphique**

Introduit par C. Barrois en 1899, le terme Briovérien est attribué à l'ensemble des terrains azoïques sous-jacents aux formations cambro-ordoviciennes et affectés par les déformations cadomiennes et les intrusions des granitoïdes cadomiens, tardi-tectoniques et antécambriens de la Mancellia.

Malgré l'absence de faune, le Briovérien présent dans cette partie du domaine mancennien appartient très probablement au Protérozoïque terminal. Ces terrains situés sous la discordance du Cambrien basal sont en effet constitués d'éléments divers, en particulier de phtanites (Briovérien inférieur ou phtanitique), issus de la destruction de la chaîne cadomienne interne dont la surrection se situe vers 590 Ma (Guerrot *et al.*, 1989). Ils sont d'autre part clairement recoupés et métamorphisés par les granodiorites cadomiennes de la Mancellia, datées à 540 Ma (Pasteels et Doré, 1982).

Bien qu'encore très mal connue dans le détail, la stratigraphie du Briovérien s'articule maintenant couramment autour de deux ensembles définis par J. Cogné (1972) et C. Le Corre (1977) : un Briovérien inférieur ou *phtanitique*, à caractère volcanique et volcano-sédimentaire à phtanites et caractérisant un domaine cadomien *interne*, et un Briovérien supérieur, *post-phtanitique*, à caractère détritique terrigène, marquant un domaine cadomien dit *externe*.

Les terrains protérozoïques mancenniens présents dans cette région appartiennent au Briovérien supérieur post-phtanitique et sont, dans le secteur de Landivy, essentiellement constitués par des alternances centimétriques à pluridécimétriques de siltites, siltites ardoisières, argilites et grau-

wackes. Par rapport aux faciès décrits plus à l'Est sur la feuille Domfront, aucun faciès conglomératique (ou « schistes à galets ») n'a été observé.

Les affleurements sont en général beaucoup trop limités pour que l'on puisse réellement observer en continu la succession lithostratigraphique telle qu'elle est ici présentée. D'autre part, la répartition et la structuration des différents faciès n'ont réellement pu être étudiées et visualisées que dans le tiers nord de la feuille, zone où les terrains briovériens ne sont pas affectés par le métamorphisme de contact.

Cet ensemble, réputé de type flyschöide et considéré comme monotone à l'échelle régionale, apparaît en fait nettement plus complexe dans le détail. Si l'on retrouve sur la feuille Landivy des faciès identiques à ceux observés plus à l'Est sur la feuille Domfront (bancs massifs de grauwackes ou de siltites-argilites ; Vernhet *et al.*, 1996), la répartition, l'évolution et l'étroite imbrication de ces faciès attestent très clairement, aussi bien d'Est en Ouest que du Nord vers le Sud, d'un changement du contexte de sédimentation et de la nature des apports détritiques. Ceci se marque notamment d'Est en Ouest par un passage progressif des grauwackes, dominantes dans les quarts nord-est de la feuille Landivy et sud-est de la feuille Mortain, à des siltites-argilites devenant dominantes, de plus en plus fines et noires dans les quarts nord-ouest de Landivy et sud-ouest de Mortain. Un phénomène identique a pu être observé du Nord-Est au Sud-Ouest avec un passage progressif des faciès grauwackeux à des faciès fins, silteux (cf. log lithologique et carte). Concrètement, ces variations latérales et verticales de faciès se traduisent, en partant des grauwackes, par une augmentation progressive tant en nombre qu'en puissance des intercalations de siltites-argilites, par une modification du ciment des wackes (de plus en plus fin et phylliteux), et par une diminution de leur granulométrie (grès de plus en plus fins). Il est cependant à noter que les wackes présents sur la feuille Landivy sont, en dehors de ceux visibles en limite nord avec Mortain, à granulométrie plus fine que ceux présents sur la feuille Domfront.

Les observations réalisées sur le plan régional lors du levé des feuilles à 1/50 000 font clairement ressortir une structuration NE-SW du bassin briovérien. Or, si l'on étudie selon un axe SE-NW la répartition des faciès, on remarque que les horizons détritiques grossiers tels que grauwackes et « conglomérats à galets » apparaissent globalement essentiellement localisés : (a) au Sud-Est dans les secteurs de Domfront, La Ferté-Macé, Villaines-la-Juhel et Sillé-le-Guillaume où ils se disposent selon un axe sensiblement identique à celui du bassin ; et (b) au Nord-Ouest dans le secteur d'Avranches. Les horizons fins et sombres argilo-silteux sont en apparence plus particulièrement concentrés entre ces deux ensembles grossiers, notamment dans les secteurs de Saint-Hilaire et de Landivy. Ils peuvent par conséquent être assimilés en toute logique à la partie profonde et centrale de ce bassin briovérien, les faciès détritiques grossiers caracté-

sant quant à eux les zones de bordure du bassin, proches du continent ou tout du moins de la zone d'alimentation.

Cette interprétation reste cependant encore incomplète en raison du manque d'informations au niveau régional sur la répartition réelle des différents faciès lithologiques, lié notamment à l'importance de la cornéification induite par le magmatisme granodioritique cadomien sur ces formations (recristallisations, oblitération des structures). Cependant, si l'on considère ce schéma, un problème majeur reste posé concernant la présence d'éléments de phanite dans les conglomérats localisés dans la partie sud-est du bassin. En effet, si les conglomérats de Granville et d'Avranches paraissent clairement et sans ambiguïté dériver du démantèlement du Briovérien phanitique (ou inférieur) présent dans cette partie du Cotentin (et plissé), il apparaît difficile d'envisager pour les conglomérats présents au Sud-Est, sur la zone de Domfront, une zone d'alimentation géographiquement identique à celle décrite précédemment. Il semble plus logique d'envisager l'existence, au Sud-Est de ces formations détritiques, d'un continent constitué de roches du groupe inférieur du Briovérien dont le démantèlement aurait alimenté ce versant du bassin mancellien. Ce continent reste cependant à l'heure actuelle inconnu, probablement masqué par les couvertures paléo- et mésozoïques.

### ***Briovérien peu ou pas métamorphique***

Le Briovérien supérieur est composé de siltites, argilites et grauwackes, de teinte grise à verdâtre, désignées dans le pays sous l'appellation d'« argelette » pour les faciès fins (siltites-argilites) et de « la tuf » pour les faciès plus grossiers (grauwackes). Le terme de tuf est également généralement employé pour les cornéennes, avec cependant une variante, la « pierre froide » caractérisant des cornéennes massives à débit ardoisier.

Les terrains présents sur le territoire de la feuille s'organisent globalement autour de deux pôles, constituant des bancs massifs de puissance plurimétrique à pluridécamétrique :

- un pôle à nette dominante silto-argilitique (bs) pouvant renfermer quelques passées grauwackeuses, et dont les effets du métamorphisme de contact se traduiront par l'apparition des faciès bss et bsK (cf. « Briovérien métamorphique ») ;
- un pôle à nette dominante grauwackeuse (bG), susceptible également de renfermer de fines intercalations silteuses, passant sous les effets du métamorphisme de contact (induit par les granodiorites) aux faciès bGS et bGK (cf. « Briovérien métamorphique »). L'évolution de ces différents faciès au travers des différents niveaux de métamorphisme est synthétisé sur la légende de la carte.

Contrairement à ce qui a été observé à l'Est sur la feuille Domfront (Saint-Denis-de-Villeneuve, Rennes-en-Grenouilles), les alternances flyschoides silto-grauwackeuses bSG n'ont pas été distinguées, les deux pôles grauwackeux BG ou silteux BS restant dominants sur l'ensemble du territoire de la feuille. Les différents horizons de siltites ou de grauwackes qui ont pu être cartographiés demeurent sur l'ensemble de la zone identiques du point de vue des constituants minéralogiques, mais peuvent présenter des variations d'ordre granulométrique.

L'organisation verticale de ces différentes formations apparaît par rapport à ce qui a été distingué sur Domfront nettement plus aléatoire, en raison : (a) de l'absence de niveau repère (tels les microconglomérats ou « schistes à galets ») permettant de caler la série ; (b) de la rareté des éléments structuraux (plans de stratification très restreints, plans de schistosité inexistant) due aux forts recouvrements et à la médiocrité des affleurements ; et (c) du caractère répétitif de ces horizons (lié à une phase de déformation à plis serrés). Toutefois, plusieurs constatations peuvent être réalisées notamment au niveau des siltites massives BS en comparant les deux secteurs de Landivy et Domfront. On note notamment que :

– par rapport à Domfront, les faciès microconglomériques observables (fréquemment) au passage siltites-argilites BS/grauwackes BG, sont ici absents sur l'ensemble du territoire de Landivy, en particulier au Nord-Est de la feuille ;

– concernant la nature des décharges détritiques, si les composants restent identiques on note cependant une nette évolution de la granulométrie des éléments, les faciès devenant de plus en plus fins d'Est en Ouest, aussi bien pour les grauwackes (peu de grauwackes aussi grossières que sur Domfront) que pour les siltites ;

– les alternances bSG repérées sur Domfront sous les siltites massives BS et en apparence très puissantes sont ici absentes, les niveaux massifs de siltites-argilites étant systématiquement « encadrés » par des horizons grauwackeux ;

– enfin, concernant les formations argilo-silteuses BS, les faciès dits « ardoisiers », fréquemment exploités sur Domfront, ne sont pratiquement pas représentés sur Landivy si ce n'est très faiblement dans le quart nord-est de la feuille.

Les formations argilo-silteuses présentes sur Landivy, en particulier celles localisées à l'Est sur Saint-Roch, Saint-Mars-d'Égrenne et Saint-Gilles-des-Marais (1/50 000 Domfront) présentent par conséquent des caractères suffisamment distinctifs pour ne pas être considérées comme un équivalent des formations BS de Domfront. Tout laisse à penser au contraire qu'il s'agit d'un niveau sus-jacent à la formation massive des grauwackes BG de Domfront, auquel il conviendrait par conséquent d'affecter un exposant quelconque (par ex. BS<sup>1</sup>) afin de le distinguer des siltites BS de Domfront.

Concernant la barre grauwakeuse BG présente sur Barenton, Saint-Cyr-du-Bailleul, elle se prolonge au Nord sur la feuille Mortain (Ménillet *et al.*, 1987) selon une direction moyenne N60°E. En apparence intercalée dans cette série argilo-silteuse BS (ou BS<sup>1</sup>), elle passe aussi bien latéralement que verticalement à cette dernière au Sud-Ouest et à l'Ouest (cf. log lithologique).

Malheureusement, les affleurements présents sur Landivy sont beaucoup trop restreints et médiocres pour que l'on puisse réellement observer en continu la succession lithostratigraphique telle qu'elle est ici présentée. Celle-ci ne doit par conséquent être considérée que comme une proposition basée sur différentes observations et constatations réalisées tant sur Domfront que sur Landivy. D'un point de vue pratique, les limites figurées sur la carte entre ces deux ensembles silteux et wakeux doivent être considérées comme des limites de passage et non comme des limites strictes, en raison notamment de la médiocrité et de la discontinuité des affleurements.

**BS. Siltites et argilites dominantes** (100 à 200 m). Ces faciès métamorphisés ou non sont largement dominants dans le quart nord-ouest de la coupure dans les régions de Saint-Hilaire-du-Harcouët, Parigny, Lapenty, Villechien, Moulines et Savigny-le-Vieux, ainsi que dans l'extrémité nord-est de la carte dans les secteurs de Saint-Mars-d'Égrenne et Saint-Roch-sur-Égrenne.

Deux faciès lithologiques majeurs ont été distingués : des argilites et des siltites plus ou moins stratifiées. Ces roches constituent des petits bancs de puissance millimétrique à plurimétrique, organisés en alternances rythmiques plus ou moins bien granoclassées, avec un rubanement dû à une alternance siltites-argilites ou à une simple variation granulométrique au sein des siltites. Elles sont localement interrompues par de fines intercalations grauwakeuses.

Les limites entre les lamines de siltites ou d'argilites et les passées grauwakeuses sont en général bien tranchées, mais souvent irrégulières, en liaison avec des figures sédimentaires de courants (flute-cast) et/ou de charges (load-cast). Les siltites et les argilites sont tour à tour dominantes mais se montrent en général étroitement imbriquées et sujettes à des figures sédimentaires de type stratifications obliques ou entrecroisées. Un granoclassement vertical des éléments, plus ou moins bien exprimé selon l'échelle d'observation (centimétrique pour les siltites et pluridécimétrique à métrique pour les grauwalkes intercalées), peut être observé.

Au microscope, ces roches de couleur noire ou grise à verdâtre sont à grain très fin. Les siltites sont composées de petits éléments anguleux de quartz (en majorité) et de plagioclases, associés à des phyllites (séricite,

chlorite et biotite vert pâle) et, accessoirement, à quelques grains de zircon. La granulométrie et la proportion en éléments restent cependant très variables, conférant à certains horizons un aspect laminé, rubané très caractéristique : les siltites straticulées. Les argilites sont essentiellement phylliteuses (séricite et chlorite) et fréquemment chargées en particules opaques, mais également en tourmaline verte de néoformation.

Ces deux faciès sont affectés par une schistosité de type flux, S1, matérialisée par un alignement des phyllites et des particules opaques subparallèle à parallèle aux plans de stratification (en dehors des charnières de plis). Cette dernière est à l'origine du débit principal de la roche ; elle peut très localement (au voisinage des granites) être reprise par une ébauche de seconde schistosité S2, très fruste, se marquant sur son passage par une légère réorientation mécanique des minéraux préexistants et une amorce de rotation des plages de cordiérite.

Ces siltites-argilites dominantes à intercalations grauwackeuses sont interprétées comme des dépôts de type turbidites (Garlan, 1985) mis en place dans un bassin marin situé en bordure d'une zone tectoniquement instable, régulièrement alimentés par les matériaux accumulés en marge du bassin et remis en mouvement sous des effets d'instabilités gravitaires (courants de turbidité).

Outre la présence des faciès standards, cette formation est caractérisée par un important développement, dans la partie ouest (Villechien, Lapenty), de siltites-argilites noires constituées de matériel argilo-silteux à matrice phylliteuse très fine, et riches en fines particules opaques (matière organique). Par contre, on ne retrouve pas ici de faciès subardoisiers comme cela était le cas à l'Est sur le secteur de Domfront.

**bg. Grauwackes dominantes** (100 à 200 m). D'origine terrigène, ces roches sont grises à vertes et fréquemment désagrégées en surface, gris sombre et compactes en profondeur. Ce sont des wackes immatures à granulométrie fine à grossière, composés de débris monominéraux dominants, (quartz, plagioclases) et lithiques (quartzites, microquartzites, phtanites, siltites, argilites, roche intrusive à quartz et plagioclases), en majorité anguleux, non classés, hétérométriques et dispersés dans une matrice silto-argileuse à quartzreuse (localement) très développée.

Ces faciès sont également loin d'être homogènes et peuvent renfermer quelques intercalations silteuses. Ils sont particulièrement bien développés sur les communes de Barenton, Saint-Cyr-du-Bailleul, et Husson où ils constituent une vaste bande orientée N55° à N75°E, se prolongeant au Nord sur la feuille Mortain mais évoluant latéralement au Sud-Ouest vers un domaine argilo-silteux. Cette évolution NE-SW se marque notamment

au niveau des wackes par une diminution progressive de la taille des éléments.

Au microscope, les grains de quartz sont essentiellement monocristallins, en majorité anguleux, lancéolés ou en échardes, localement subsphériques. Les plages polycristallines (quartz filonien engrené ou en flammes) sont peu nombreuses, en général plus grossières et fréquemment arrondies. Les éléments feldspathiques sont essentiellement plagioclasiques, anguleux en majorité, plus ou moins séricitisés et de granulométrie similaire à celle des grains de quartz monocristallin.

Les éléments lithiques sont en général plus grossiers et plus usés (de forme ovoïde) que les autres constituants. Accessoirement, ces roches renferment quelques lamelles flexueuses de muscovite et de biotite (chloritisée) détritiques, des minéraux opaques (oxydes de fer) ainsi que quelques grains de zircon, de tourmaline verte et de sphène.

La matrice est quartzo-phylliteuse, plus ou moins développée selon les horizons, et évolue entre un pôle quartzeux et un pôle phylliteux (séricite, chlorite et biotite verte pâle).

Au niveau cartographique, la présence répétitive au sein de ces domaines silteux ou grauwaqueux de bandes parallèles respectivement grauwaqueuses ou silteuses, orientées N55° à N75°E atteste, de l'existence d'une phase de déformation à plis serrés orientés N55° à N75°E.

### ***Briovérien métamorphique (métamorphisme de contact)***

Deux phases majeures de métamorphisme ont affecté le Briovérien : d'une part un métamorphisme régional de faible intensité (anchizone à épizone), associé à l'orogénèse cadomienne et touchant l'ensemble des formations, puis un métamorphisme de contact (métamorphisme thermique) induit par les granodiorites cadomiennes de Fougères et de Passais-Le Horps. Ce métamorphisme se traduit par une recristallisation plus ou moins prononcée des terrains intrudés sur le pourtour des massifs intrusifs, et par le développement d'auréoles de métamorphisme pouvant atteindre ici jusqu'à 3 km de large. Cette recristallisation est accompagnée d'une importante néoformation minérale, avec notamment la cristallisation de cordiérite, biotite brun-rouge et muscovite.

L'intensité de ce métamorphisme décroît en s'éloignant des granites, ce qui se marque sur le terrain par l'individualisation, au sein de ces ceintures thermométamorphiques, de deux auréoles de métamorphisme : d'une part celle dite des « schistes tachetés », la plus éloignée du contact ; d'autre part celle des cornéennes. La limite externe des faciès « tachetés » est matérialisée par l'apparition, dans les niveaux argilo-silteux, de cordiérite en taches millimétriques brunes. La limite entre les faciès tachetés et les cor-

néennes se marque au niveau des cornéennes par une nette accentuation du relief et un degré de recristallisation et de néoformation nettement plus poussé, affectant l'ensemble des faciès, y compris les grauwackes.

La largeur des auréoles de métamorphisme est fonction de la nature du contact entre le granite et les terrains encaissants et est notamment d'autant plus réduite que le contact entre ces deux ensembles est redressé. Sur les deux tiers sud de la feuille Landivy, les terrains briovériens constituent une bande de plus de 6 km de large, coïncée entre les deux massifs granodioritiques de Fougères-Louvigné-du-Désert et de Passais-Le Horps et intégralement cornéifiée du Nord au Sud sans la moindre baisse du degré de recristallisation. Cette bande a été presque intégralement cartographiée en « cornéennes indifférenciées » (bK) en raison du fort degré de recristallisation. Seules deux zones ont été distinguées : l'une à l'Ouest, à nette dominante silteuse (siltites cornéifiées, bSK), se corrélant avec les faciès moins métamorphiques présents plus au Nord ; l'autre à tendance grauwaqueuse en apparence prédominante (bGK), centrée sur la commune de Fougerolles-du-Plessis. Toutefois, les limites fixées pour cette dernière, *ne sont données qu'à titre indicatif et ne marquent qu'une tendance.*

Le granite de Passais-Le Horps induit dans sa partie nord un métamorphisme de contact très progressif, permettant d'observer le passage graduel du Briovérien épizonal à l'auréole des « schistes tachetés », puis à celle des cornéennes.

### **Auréole des « schistes tachetés »**

L'apparition de taches de cordiérite au sein des formations briovériennes marque la limite entre les faciès épizonaux et les faciès dits « tachetés » soumis au métamorphisme de contact. Cette néoformation de cordiérite conduit au niveau de cette auréole de métamorphisme à l'individualisation de deux faciès majeurs : les siltites-argilites dominantes tachetées (bSS), équivalent métamorphique de bs ; et les grauwackes dominantes en contexte tacheté (bGS), équivalent métamorphique de bG.

**bSS. Siltites et argilites en contexte tacheté.** Le métamorphisme de contact se marque au niveau de cette auréole de métamorphisme par l'apparition très progressive dans les niveaux argilo-silteux (bs) de petites taches brunes de 1 à 2 mm de diamètre en moyenne, conférant à la roche un aspect tacheté caractéristique.

Ces taches apparaissent au microscope plus ou moins bien structurées, globuleuses, ovoïdales à subhexagonales et constituées de cordiérite intégralement pinitisée, localement accompagnée de biotite en plages trapues. Ces blastes de cordiérite se surimposent à la schistosité de flux S1 matérialisée par l'orientation des phyllites (S1 se bloquant sur les cordiérites

sans les contourner). Une amorce de rotation de ces blastes, accompagnée d'une légère ondulation de la foliation, peut localement être observée. Elle paraît correspondre au passage d'une seconde schistosité S2 très fruste, à l'état d'ébauche, de type crénulation. Ces cordiérites sont tardi- à post-S1, contemporaines de la mise en place des granitoïdes, et anté-S2.

La biotite, pâle, brunâtre à verte, se présente sous deux faciès : soit en fines plages disposées parallèlement à la S1 et se bloquant sur les plages de cordiérite (anté-cordiérite), soit en plages nettement plus trapues, statiques, sécantes sur la S1 et cristallisant au sein des cordiérites (biotite tardive, tardi- à post-cordiérite). Cette deuxième génération de biotite est également accompagnée de tourmaline verte néoformée.

**BGS. Grauwackes en contexte tacheté.** Cette dénomination a été utilisée afin de caractériser des faciès grauwackeux situés dans l'auréole des « schistes tachetés » mais peu affectés par le métamorphisme. Les effets du métamorphisme de contact sont en effet dans cette auréole relativement limités au niveau des faciès détritiques grossiers, et essentiellement marqués par une légère recristallisation ou réorientation des minéraux préexistants et la néoformation de biotite trapue, statique, verte à brunâtre et de tourmaline. La distinction sur le terrain entre des grauwackes non métamorphosées BG et des grauwackes « tachetées » BGS peut se révéler par conséquent, en l'absence de siltites « tachetées », extrêmement délicate à faire.

### **Auréole des cornéennes**

Le terme de cornéennes regroupe ici l'ensemble des roches situées au contact immédiat des granodiorites et soumises à un métamorphisme de contact. Les différents faciès épizonaux décrits précédemment sont susceptibles d'avoir été touchés par ce métamorphisme, ce qui se traduit au niveau cartographique par la distinction, notamment, de faciès grauwackeux massifs cornéifiés ou de siltites-argilites dominantes cornéifiées (ou cornéennes tachetées).

Les limites entre ces différents horizons sont cependant en général de plus en plus difficiles à définir au fur et à mesure que l'on se rapproche du contact, en raison du degré de recristallisation qui conduit à une oblitération des structures et textures des roches, mais également de la qualité des affleurements et du recouvrement superficiel (limons, colluvions et alluvions). Ceci est en particulier le cas pour les deux tiers sud de la carte où les terrains briovériens, d'épaisseur réduite, sont fortement recristallisés, à l'état de pierres volantes, fréquemment masqués par des limons lœssiques, et où l'absence de faciès tachetés ou épizonaux empêche au départ tout calage lithologique. En l'absence de critère net de reconnaissance, ces faciès ont été représentés sous la dénomination de « cornéennes indifféren-

ciées à biotite-cordiérite et muscovite » (bK). Seules deux zones à caractère silteux (bSK) ou à tendance grauwackeuse (bGK) plus marqués ont été individualisées. Toutefois, rappelons que les limites de ces deux faciès, en particulier pour la bande centrée sur Fougerolles-du-Plessis, *restent approximatives et ne marquent qu'une tendance.*

Ces différents faciès sont localement, à proximité des intrusifs, recoupés par des filons de pegmatites à muscovite, feldspath potassique et tourmaline noire, cette dernière parfois en cristaux automorphes pluricentimétriques (ferme de la Piffetière au Sud-Ouest de Fougerolles, secteurs de Savigny-le-Vieux et Moulines). Quelques veines de quartz peuvent également y être observées, mais dans des proportions nettement moins importantes que sur la feuille Domfront (Vernhet *et al.*, 1996).

**bSK. Siltites-argilites cornéifiées.** Ces roches sont de couleur brune, Fortement recristallisées, à texture massive, caractérisées par l'abondance de taches sombres, grises à marron-vert, plurimillimétriques (jusqu'à 1,5 cm), ovoïdales à amiboïdes et subjointives. Ces taches correspondent à de la cordiérite néoformée, en général intégralement pinitisée et fréquemment bordée, voire envahie par de la muscovite tardive en grandes plages pœcilitiques. Ces cordiérites cristallisent préférentiellement dans les plans de foliation S1, en plages étirées, mais sont également fréquemment sécantes sur ces derniers, ce qui confirme leur caractère tardi- à post-schisteux S1. Leurs bordures sont fréquemment soulignées par de fines cristallisations de biotite-muscovite. Le restant de la roche est constitué par un assemblage finement cristallisé de quartz, de biotite brune, fine ou trapue en voie de chloritisation, de chlorite en gerbes, de plagioclases et de tourmaline verte néoformée en petites baguettes prismatiques. Accessoirement, on y distingue quelques zircons (en inclusions dans la biotite), du sphène et des minéraux opaques (dont de la pyrite). À proximité du contact avec l'intrusif, les plages de muscovite deviennent abondantes et blastiques et les biotites prennent une teinte brun rougeâtre (biotite riche en titane, de haute température).

Dans certains secteurs, les roches ont conservé, malgré la recristallisation, leur litage sédimentaire originel et se montrent rubanées ou litées (cornéennes dites straticulées ou rubanées). Ceci est notamment le cas dans la partie ouest de la feuille (Pont-Juhel, Pont-Aubray, en bordure de l'Airon) où la roche est constituée d'une fine alternance de siltites et d'argilites interrompue par quelques passées grauwackeuses. On notera au passage que la cordiérite est en général abondante dans les niveaux argilo-silteux et en proportion limitée dans les faciès grauwackeux quartzo-feldspathiques.

**bGK. Grauwackes cornéifiées.** En dehors du contact nord du massif de Passais, ces grauwackes cornéifiées ont été observées dans la région de Fougerolles-du-Plessis. Fortement recristallisés, ces faciès sont à dominante quartzo-feldspathique et, à la différence avec les siltites cornéifiées, nettement moins riches en cordiérite. Ces cornéennes compactes correspondent à d'anciens wackes recristallisés en quartzites et microquartzites et présentent un aspect corné très caractéristique, à l'origine de leur dénomination.

Ces roches sont à texture granoblastique polygonale, et constituées d'une fine mosaïque de quartz, plagioclases, biotite brune à rougeâtre plus ou moins chloritisée, et de cordiérite pinitisée en plages amiboïdes plus ou moins diffuses. La muscovite est plus ou moins abondante selon les passées, en plages poëcilitiques cristallisant préférentiellement aux dépens de la cordiérite. Accessoirement on y distingue de la tourmaline verte tardive en petites baguettes prismatiques ou en plages poëciblastiques, du rutile en fines aiguilles, du zircon, de l'apatite et parfois du feldspath potassique (à proximité du contact).

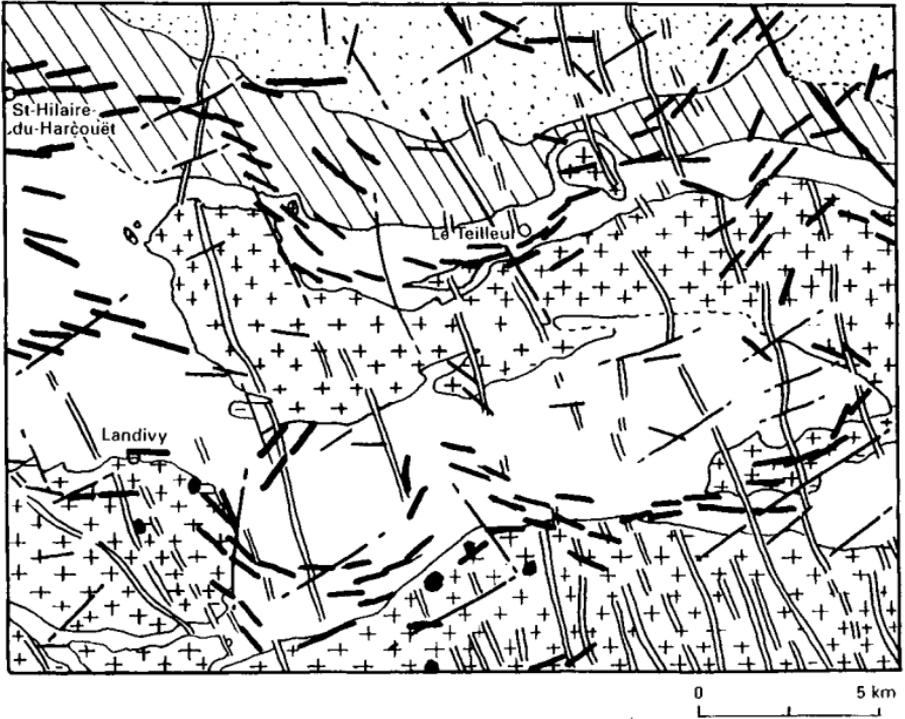
**bK. Cornéennes indifférenciées à biotite-cordiérite.** Les cornéennes indifférenciées sont largement prédominantes sur cette carte et correspondent à des zones constituées de siltites-argilites bs et de grauwackes bG, cornéifiées, au sein desquelles aucune différenciation majeure n'a pu être réalisée. Leurs compositions minéralogiques sont à tout point de vue identiques à celles décrites précédemment (bSK et bGK).

### Plutonisme cadomien

Sur le territoire de la feuille sont présents deux types de granitoïdes d'âge cadomien :

- essentiellement une granodiorite à biotite et cordiérite, constituant deux entités dont l'ensemble couvre un peu moins de la moitié de la superficie de la carte ;
- accessoirement des leucogranites, qui comprennent d'une part un leucogranite aplitique à muscovite et tourmaline, et d'autre part des pegmatites à deux micas et tourmaline, et qui se présentent en filons (et autres petits corps intrusifs) recoupant la granodiorite et/ou les cornéennes (cf. « Roches filoniennes et en petits corps »).

Les données de la prospection géophysique (*in* Callier *et al.*, 1992) ont permis de préciser la forme et le plongement de ces granites. Le traitement des données gravimétriques (fig. 3) met en évidence dans la partie sud une discontinuité gravimétrique relativement bien marquée, correspondant à la limite entre le massif granodioritique de Fougères et le Briovérien (depuis Vaucé à l'Est jusqu'à Pontmain à l'Ouest). La même constatation peut être



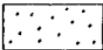
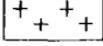
-  Briovérien peu ou pas métamorphique  
(silites-argilites : bS ; grauwackes : bG)
  
  -  Briovérien métamorphique : domaine des "schistes tachetés" ( bGS et bSS )  
(métamorphisme de contact)
  
  -  Briovérien métamorphique : domaine des cornéennes (bK, bGK, bSK)  
(métamorphisme de contact)
  
  -  Granodiorite à biotite et cordiérite ( $\gamma_c^4$ )
  
  -  Leucogranite ( $^L\gamma^3$ )
  
  -  Dyke doléritique ( $\sigma\beta$ )
  
  -  Faille
- Discontinuités gravimétriques (frontières de densité ou d'aimantation d'importance décroissante ; discontinuités maximum de type 4 puis 3 non décelées sur cette zone)
-  Type 2
  -  Type 1

Fig. 3 - Gravimétrie : analyse structurale automatique (seuil 2 %) (Callier *et al.*, 1992)

réalisée au niveau de la limite nord du massif granodioritique de Passais–Le Horps (depuis Saint-Mars-d'Égrenne à l'Est jusqu'à Saint-Symphorien à l'Ouest).

Dans les deux cas, les résultats obtenus par gravimétrie permettent d'envisager pour ces deux massifs granodioritiques un contact nord granite/Briovérien assez redressé, penté vers le Nord (cf. coupe schématique). Cette hypothèse est en partie confirmée au niveau du contact nord du massif de Passais–Le Horps par la faible extension de l'auréole de cornéennes. Toutefois, entre les pointements du Tertre (au Nord-Est du Teilleul) et de Ferrières, le contact granodiorite/Briovérien apparaît un peu plus complexe, peu penté au départ en partant de la limite cartographique, se verticalisant au Nord sous la couverture de cornéennes, probablement à quelques centaines de mètres seulement de la limite nord de la zone cornéifiée. Cette hypothèse est notamment confirmée au niveau de la carrière des Champs-Gobaux (commune de Ferrières) où un sondage pour eau réalisé dans le fond de la carrière (point bas) a recoupé la granodiorite à seulement 69 m (communication orale P. Fouchet, directeur de l'exploitation). Un deuxième sondage situé à seulement quelques dizaines de mètres plus au Nord, à mi-pente dans la carrière a, lui, recoupé ce même intrusif à 40 m, mettant par conséquent en évidence une remontée du socle soit simplement liée à la configuration du massif, soit plutôt d'ordre tectonique.

La bordure sud du massif de Passais–Le Horps est par contre indiscernable en gravimétrie, ce qui laisse présumer d'un contact socle/sédimentaire très peu redressé, penté vers le Sud en direction du massif de Fougères. L'apophyse granitique située dans la partie sud-est de la carte (au Nord de Saint-Siméon) ne correspondrait qu'à une simple remontée du toit du massif de Passais. Cette hypothèse, qui s'accorde parfaitement avec l'importance du développement des cornéennes, a été confirmée à Savignyle-Vieux (ferme de la Renouardière ; communication orale) où la granodiorite a été atteinte en sondage à moins de 20 m sous le Briovérien. Étant donné l'importance des cornéennes et la géométrie des contacts, il apparaît logique d'envisager une continuité à faible profondeur entre ces deux massifs de Fougères et de Passais, et de ne considérer qu'un seul môle granitique. La bande de terrains briovériens cornéifiés, coincés entre ces deux intrusifs, ne représenterait par conséquent qu'un placage relictuel d'épaisseur restreinte reposant sur un plancher granodioritique localisé à faible profondeur et reliant les granites de Fougères et de Passais.

$\Upsilon_c^4$ . **Granodiorite à biotite et cordiérite.** Les deux entités granodioritiques, allongées E-W et bordées de cornéennes, appartiennent au vaste ensemble qu'est le batholite mancellien. Ce sont (cf. carte) :

– au centre de la carte, la terminaison occidentale du massif de Passais–Le Horps, s'étalant d'Ouest en Est sur une partie des communes de Saint-

Saint-Mars-d'Égrenne ; on peut y rattacher l'apophyse du Tertre au Nord-Ouest du Teilleul ;

– dans la partie méridionale de la carte, la terminaison nord-est du massif de Fougères–Louvigné-du-Désert–Gorron, s'étendant d'Ouest en Est sur une partie des communes de Pontmain, Landivy, Saint-Mars-sur-la-Futaie, Vieuvy et Lesbois.

En dehors des zones de contact avec le Briovérien, le relief apparaît peu contrasté au niveau de la granodiorite, les altitudes variant en moyenne entre 180 et 210 m. Aussi les conditions d'affleurement de la « pierre de grain » (dénomination locale de la granodiorite) sont-elles mauvaises dans l'ensemble. Cependant, de bons affleurements naturels se trouvent soit sur les rives des principaux cours d'eau comme la Futaie à Pontmain et plus au Nord ou le ruisseau de Pont-Barrabé au Nord de Mantilly–Passais, soit, plus rarement, au sommet de petites collines. D'autres lieux sporadiques d'observation de la roche en place sont fournis par les travaux anthropiques : talus et fossés de route et surtout carrières abandonnées de taille variable, dont les principales sont indiquées sur la carte. Dans de nombreux autres cas, les carrières ont servi essentiellement ou uniquement à l'extraction d'une arène sableuse et montrent une allotérite (arène remaniée) surmontant une isaltérite correspondante à une arénisation *in situ* avec conservation de la texture de la granodiorite, et parfois de blocs rocheux résiduels.

• **Caractères macroscopiques.** La roche est de couleur gris bleuté à blanc grisâtre à l'état sain, gris-beige à jaunâtre ou roussâtre à l'état altéré. Elle est à grain moyen voire grossier, avec localement un caractère porphyroïde qui se traduit par la présence de tablettes feldspathiques de 1 à 2 cm de long et permet d'observer sur le terrain une fabrique magmatique planaire relativement fruste en général. Les affleurements rocheux montrent une forte densité de fracturation, se traduisant par des diaclases et par quelques failles. En dehors des joints (sub) horizontaux, liés à la décompression superficielle pour l'essentiel, les principaux plans de fracturation ont été reportés sur la carte.

La roche est composée de cristaux engrenés des minéraux suivants : quartz gris clair à éclat gras, feldspaths blanchâtres parmi lesquels il n'est généralement pas aisé de distinguer le feldspath potassique du plagioclase ou feldspath calco-sodique, biotite (mica noir), cordiérite de teinte bleutée dans les échantillons les plus frais, en grandes taches noduleuses ou en petits prismes. Localement, l'observation à la loupe permet de distinguer en outre un ou plusieurs des minéraux accessoires suivants : mica blanc, tourmaline, oxydes métalliques, pyrite.

Les enclaves, ovoïdes ou anguleuses, sont fréquentes et parfois abondantes, de taille généralement comprise entre 1 cm et 1 dm. Les enclaves de cornéennes sont les plus fréquentes, notamment en bordure des massifs,

où elles sont localement très abondantes. Les deux plus importantes constituent des panneaux cartographiables et exploités dans deux petites carrières : l'un se situe dans l'angle sud-ouest de la carte, au sein de la partie centrale du massif granodioritique de Pontmain–Landivy Saint-Mars-la-Futaie ; l'autre se trouve près du centre de la carte, en plein cœur du massif s'étendant entre Saint-Symphorien-des-Monts et Saint-Mars-d'Égrenne. Sporadiquement apparaissent des enclaves constituées soit uniquement de quartz, soit d'une roche finement grenue et relativement sombre par suite de sa richesse en biotite.

• **Caractères microscopiques.** La texture est hypidiomorphe grenue avec une fréquente tendance monzonitique et un caractère porphyroïde local se traduisant par la présence de cristaux automorphes de feldspath (orthose ou plagioclase suivant les endroits) de 1 à 2 cm de long, au sein d'une matrice à grain moyen (1 à 6 mm en général).

L'étude pétrographique en lames minces permet de préciser les données minéralogiques :

– le plagioclase, prédominant, est (sub) automorphe, zoné avec un cœur d'andésine et une bordure d'oligoclase ou d'albite, de taille variable, les plus grands cristaux pouvant englober de petites lattes de plagioclase plus précoce ; il est fréquemment « séricitisé », c'est-à-dire chargé de microphyllites incolores (illites ?), au cœur des cristaux notamment. Un développement d'hématite apparaît parfois, en particulier dans les échantillons ayant subi une altération supergène ;

– le quartz forme des plages interstitielles à extension onduleuse, généralement polycristallines, à inclusions sporadiques de plagioclase, de biotite ou même de cordiérite ;

– le feldspath potassique est en proportion variable, xénomorphe à plus ou moins automorphe, de taille variable, les plus grandes plages englobant poëcilitiquement (texture monzonitique) de petits cristaux de plagioclase, quartz, biotite ; le microcline est nettement moins fréquent que l'orthose, perthitique avec albitisation secondaire discrète ;

– des franges ou des bourgeons myrmékinitiques apparaissent parfois au contact plagioclase/feldspath potassique ;

– la biotite est brun-rouge, plus ou moins abondante, en lamelles automorphes à subautomorphes, isolées ou groupées en amas cloisonnant fréquemment les minéraux blancs (quartz et feldspaths), à inclusions de zircon, apatite et dans les sections basales rutile (sagénite) ; localement elle est partiellement chloritisée avec exsudation de minéraux de fer et/ou titane et parfois développement de feldspath potassique en fuseaux ou amandes écartant les clivages ;

– la cordiérite, ubiquiste, abondante autour des enclaves de cornéennes et/ou en bordure des massifs, se présente en prismes ou en plages noduleuses. En dehors de rares reliques, elle est complètement pinitisée ou rétro-morphosée en séricite-chlorite, localement à inclusions de grenat ou piquetée de paillettes de biotite ;

– la muscovite primaire est rare, associée à la biotite, présente au toit ou en bordure des massifs essentiellement, tandis que du mica blanc secondaire est fréquent, développé aux dépens de plagioclase, de biotite, voire de feldspath potassique ;

– les minéraux accessoires sont globalement les suivants : apatite, zircon, oxydes de fer et/ou de titane, leucoxène, sulfures (pyrite, pyrrhotite), tourmaline ferrifère en plages très xénomorphes tardi-magmatiques (deutériques) ou post-magmatiques (liées à des intrusions de leucogranite à tourmaline ?) ; à cette liste on peut ajouter des minéraux lourds alluvionnaires mis en évidence par le BRGM lors de l'Inventaire minier (*in* Jonin, 1981) : monazite, arsénopyrite (mispickel), grenat, fluorine et disthène.

D'après une estimation rapide et conformément à la nomenclature internationale concernant les roches plutoniques (Streckeisen, 1973), la composition modale du stock quartzo-feldspathique est celle d'une granodiorite, voire d'un monzogranite pour les faciès les plus riches en feldspath potassique.

Plusieurs types d'enclaves ont été inventoriés :

– des fragments de cornéennes non assimilées par le magma granodioritique, dans lesquelles apparaît parfois une métasomatose potassique induite par le magma et se traduisant par un important développement de feldspath potassique en bordure des fragments, voire au sein de tout le volume dans le cas de petites enclaves ovoïdes ;

– des enclaves hyperalumineuses noires, à biotite dans un fond de cordiérite rétomorphosée et andalousite en relique entourée de cordiérite et biotite ;

– des nodules quartzeux, anguleux ou arrondis, parfois lenticulaires, de taille pluricentimétrique à pluridécimétrique, composés de quartz hyalin à translucide, polycristallin, à bordure surmicacée (biotite) et interprétés comme résultant du démantèlement de bancs grauwackeux ou de filons de quartz ;

– des enclaves, généralement ovoïdes, constituées d'une roche à texture hypidiomorphe à grain fin (1 à 2 mm), ayant une composition de tonalite à biotite et fréquente cordiérite, la biotite ayant la même teinte brun-rouge que dans la granodiorite encaissante et l'apatite étant relativement abondante sous forme de prismes et surtout de très fines aiguilles (apatite aciculaire).

• **Variations de faciès, structure interne.** D'après les données de M. Jonin (1981), les différents massifs du batholite mancellien sont relativement homogènes et constitués de granodiorite à biotite et cordiérite, à l'exception du massif de Fougères-Louvigné-du-Désert qui comprend en son cœur un faciès de granodiorite à biotite (cf. schéma structural). Sur le territoire de la feuille Landivy, la cordiérite est effectivement présente sur tous les affleurements et dans la grande majorité des pierres volantes. En dehors des variations concernant d'une part la nature et l'abondance des enclaves, et d'autre part le degré d'altération endogène et/ou supergène, on

note seulement un caractère porphyroïde local qui n'est pas cartographiable.

Quelques mesures de fabrique planaire ont pu être effectuées au sein du faciès porphyroïde ; elles indiquent une fabrique subverticale dont la direction est généralement proche de E-W. Dans le massif de Bonnemain, M. Jonin (1981) a mis en évidence une structuration analogue, parallèle à la « feuille » des carriers et à l'une des trois principales directions de diaclases, les deux autres familles de fractures correspondant l'une à la « rogne », N-S et subverticale, l'autre à la « contrefeuille », subhorizontale.

### ROCHES FILONIENNES ET EN PETITS CORPS

**L<sup>3</sup>. Leucogranite aplitique à muscovite et tourmaline (tardi-Protérozoïque supérieur).** Ce leucogranite n'a été observé *in situ*, sous forme de filons recoupant la granodiorite, qu'en deux endroits de la carte :

- dans une petite carrière abandonnée située ( $x = 360,65$  ;  $y = 388,80$ ) à l'Est de la Monneraie, il constitue un filon d'orientation N160°E et de quelques mètres de puissance, relayé par un stockwerk du côté ouest ;
- dans la grande carrière abandonnée située ( $x = 355,85$  ;  $y = 394,35$ ) au Sud du Vieux-Bourg, en bordure est de la D 116, il se présente en un filon subhorizontal de 10 cm de puissance.

Ailleurs, un faciès analogue apparaît très sporadiquement sous forme de pierres et blocs épars au milieu de blocs ou d'arène granodioritiques.

Macroscopiquement, ce leucogranite se distingue aisément de la granodiorite par son grain nettement plus fin, de l'ordre de 1 à 2 mm, et par sa teinte plus claire, beige dans le faciès sain à jaunâtre dans le faciès altéré. Malgré la petite taille des cristaux, la tourmaline noire et la muscovite sont visibles à l'œil nu ou sinon à la loupe.

L'observation microscopique montre une texture hypidiomorphe à xénomorphe grenue, qualifiable d'aplitique au sens large. La tourmaline est brune, riche en fer, parfois zonée avec un cœur plus clair et donc probablement plus magnésien. Elle se présente, tout comme la muscovite, en petites plages xénomorphes interstitielles par rapport à la phase quartzofeldspathique qui a une composition modale de granite : plagioclase acide (albite probable) ; feldspath potassique pas ou peu perthitique, xénomorphe ; quartz xénomorphe, à extinction onduleuse et généralement monocristallin. Enfin, la paragenèse peut comprendre quelques rares paillettes de biotite entièrement pseudomorphosée en chlorite + minéraux de Fe-Ti + parfois mica blanc.

La présence de muscovite et de tourmaline est symptomatique du caractère peralumineux de ce leucogranite. Une isochrone Rb/Sr (Jonin, 1981)

donne pour ce type de leucogranite un âge de  $525 \pm 6$  Ma, proche de celui de la granodiorite, et un rapport isotopique initial du strontium dont la valeur élevée ( $0,716 \pm 0,002$ ) est caractéristique d'une origine franchement crustale. Les leucogranites mancelliens sont très pauvres en éléments traces et se placent dans le champ des granites basaux, à proximité des granites alcalins (cf. annexe : tabl. 1). Ces leucogranites se placent d'après M. Jonin (1981) dans la lignée géochimique des granitoïdes du batholite mancellien et correspondraient à une manifestation tardive du magmatisme cadomien.

**P. Pegmatites à deux micas et tourmaline (tardi-Protérozoïque supérieur).** Elles ont principalement été observées au Nord de Savigny-le-Vieux près du Champ-Long (D 134) et de la Chainière (D 334) où elles se présentent en abondants blocs dispersés sur une surface d'environ  $1 \text{ km}^2$ , dans un environnement de cornéennes, juste à l'Ouest du massif granodioritique qui s'étend de Saint-Symphorien-des-Monts à Saint-Mars-d'Égrenne. Ailleurs, elles apparaissent également en blocs épars ou, localement sous forme de petits amas ou de veines centimétriques à pluridécimétriques recoupant des cornéennes du Briovérien et/ou des massifs de granodiorite sur leurs bordures. Elles peuvent en outre constituer de minces filons lenticulaires recoupant la granodiorite ailleurs qu'en bordure, comme par exemple dans le cas de la carrière située au Sud du Vieux-Bourg (cf. description de la granodiorite à biotite-cordiérite) mais ces corps sont beaucoup trop petits pour être cartographiés.

Ces roches sont en majeure partie composées de quartz, feldspath potassique et biotite, et caractérisées par la présence de cristaux pluricentimétriques de muscovite et de tourmaline noire. Par exemple, la tourmaline se présente en prismes de 1 cm de section pour 5 à 6 cm de long dans une pegmatite recoupant la granodiorite du massif de Pontmain au Sud de la Piffetière (au Sud-Ouest de Fougerolles-du-Plessis).

Ces pegmatites correspondent à des manifestations pneumatolytiques tardives du magmatisme cadomien (venues hydrothermales) et seraient subcontemporaines des leucogranites aplitiques (Jonin, 1981) tout en pouvant parfois recouper ces derniers, comme cela est le cas localement sur le territoire de la feuille Mortain (Ménillet *et al.*, 1987).

**$\delta\beta$ . Dolérites (Dévono-Carbonifère).** Plus d'une vingtaine de dykes doléritiques, distants de 1 à 2 km, ont été distingués d'Est en Ouest. D'orientation moyenne N165°E, localement subméridienne, ces intrusions basiques appartiennent à un vaste champ filonien, connu dans tout le bloc cadomien jusqu'au Trégor et s'étendant depuis Vire au Nord jusqu'à Montsurs au Sud (à l'Est de Laval). Sur la feuille Landivy, les dykes les plus représentatifs sont ceux de Saint-Siméon-Barenton, du bois du Tertre (Le Teilleul)-L'Épinay-le-Comte, Husson-Le Teilleul, La Dorée-Lapenty

et la Louvetière (à l'Est de La Dorée). Recoupant aussi bien le Briovérien que la granodiorite, ils sont décalés et segmentés par des accidents tertiaires N45 à N60°E, mais peuvent être suivis pratiquement en continu sur plusieurs kilomètres de long, voire pour certains, comme celui de Saint Siméon–Barenton, sur plus de 20 km du Nord au Sud. Leur puissance peut atteindre 50 m, notamment pour les dykes de Saint Siméon–Barenton et de La Dorée–Saint-Symphorien-des-Monts.

De très beaux affleurements se trouvent à la Butte-Chopeau (ancienne exploitation sur Saint Siméon), à la Lande (La Dorée) et au niveau de la laiterie de Fougerolles-du-Plessis. Les contacts avec les formations encaissantes sont visibles sur deux affleurements remarquables, figurés sur la carte :

– à 2,3 km à l'Est de Landivy, juste au Nord de la D 122, le talus de la petite route menant au Bas-Marcilly permet d'observer un filon de dolérite de 2 à 3 m de puissance recoupant des cornéennes briovériennes. Ce filon présente une altération en petites boules et montre à chacune de ses deux épontes une bordure figée témoignant d'un refroidissement plus rapide sur les bordures (effet de paroi froide) qu'au cœur ;

– à 2 km à l'ENE de Mantilly, sur la rive droite (sud) du ruisseau du Pont-Barrabé, un escarpement rocheux montre un filon de dolérite d'environ 40 m de puissance, recoupant la granodiorite. L'éponte occidentale est masquée par des éboulis dans lesquels se trouvent des blocs d'un faciès aphanitique témoin de l'existence d'une bordure figée ; l'éponte orientale est bien visible : la granodiorite, remarquablement fraîche, est microbréchifiée et injectée par un essaim de filonnets lenticulaires de 1 à 20 cm de puissance, constitués d'une dolérite aphanitique et très sombre, à allure de basalte, sur laquelle se détachent des taches de pyrite ; la taille de grain augmente rapidement, pour atteindre 2 à 3 mm, lorsqu'on se déplace vers l'Ouest c'est-à-dire vers l'intérieur du filon de dolérite.

En dehors des affleurements, les filons se suivent dans les champs et les prés grâce à la présence de boules éparses (altération dite « en pelures d'oignon ») de 30 à 50 cm de diamètre en moyenne, mais pouvant atteindre plusieurs mètres cubes au voisinage immédiat ou à l'aplomb de la structure. Leur présence se marque également en surface par une intense rubéfaction des terrains encaissants, nette en particulier au niveau des terrains non métamorphiques du Briovérien. Ces filons, en particulier ceux de Barenton–Saint-Siméon et de L'Épinay-le-Comte–bois du Tertre, sont également signalés par la présence, tout le long, de nombreuses excavations (anciennes « marnières ») datant probablement du siècle dernier et destinées à l'extraction de « marnes » (Briovérien décomposé enrichi en calcium et fer au contact des filons ?) pour l'amendement des sols, et plus accessoirement, de dolérite (« biseux bleu » ou « boulard ») pour l'empierrement des chemins ou la construction (ferme de la Pierre-sur-Barenton).

L'un des faits marquants de la cartographie de la feuille Landivy concerne la densité de répartition de ces dykes au travers des ensembles cristallins et sédimentaires. Bien qu'ils recoupent aussi bien le Briovérien que la granodiorite, ces dykes apparaissent nettement plus abondants au sein des roches plutoniques que de leur encaissant sédimentaire dans lequel ils paraissent « s'amortir » d'autant plus rapidement qu'ils sont moins importants. Cette différence de distribution reflète sans aucun doute une différence de compétence entre ces deux ensembles, le domaine cristallin étant *a priori* nettement plus cassant que le domaine sédimentaire. Cette observation est d'autant plus importante qu'elle pourrait expliquer en partie le fait que les synclinaux paléozoïques ne sont pas recoupés par ces dykes doléritiques alors que l'âge de ces dykes est probablement dévono-carbonifère (cf. plus loin « Conditions de formation des entités géologiques »).

Deux faciès peuvent être distingués :

- l'un à grain très fin à fin, à texture doléritique (dolérite franche), caractérisant les filons de faible puissance et les bordures figées des grands dykes ;
- l'autre à grain moyen, à texture ophitique à intersertale, de tendance gabbroïque, caractérisant le cœur des dykes majeurs tels ceux de Saint Siméon–Barenton et de La Dorée–Saint-Symphorien-des-Monts.

Ces roches sont de couleur vert sombre et très dures. Dans le faciès de grain moyen, l'étude microscopique permet de distinguer, globalement, les minéraux suivants : plagioclase (andésine, labrador) fréquemment altéré en zoïsite, se présentant en lattes enchevêtrées ; clinopyroxène (augite) maclé, en grandes plages ou en agrégats bordés de hornblende verte (ouralitisation) ; hornblende brune ; quartz interstitiel ; calcite ; chlorite secondaire à inclusions de leucoxène et d'épidote ; phases accessoires : biotite brune, apatite, ilménite, sulfures de fer (pyrite, pyrrhotite).

Dans le faciès aphanitique injectant la granodiorite (cf. affleurement remarquable), la texture est microgrenue légèrement porphyrique. Dans une mésostase cryptocristalline et opacifiée se détachent de petites lattes de plagioclase, de petits cristaux arrondis d'un silicate ferromagnésien entièrement chloritisé, de petits « atolls » de leucoxène et des taches de pyrite. La granodiorite encaissante est fortement hydrothermalisée : le plagioclase est fortement « séricitisé », c'est-à-dire envahi de microphyllites incolores, et présente quelques taches de potassification (adularisation) ; la biotite est complètement chloritisée avec exsudation de minéraux de Fe et/ou Ti ; la cordiérite est pinitisée.

Dans l'encaissant briovérien, les dykes développent sur leurs bordures (sur une vingtaine de mètres) un léger métamorphisme de contact, marqué par l'apparition de faciès faiblement tachetés, mais qui n'est visible que

dans les terrains qui n'ont pas été affectés par un métamorphisme thermique antérieur dû à une intrusion granodioritique.

Les dykes sont affectés par différents réseaux de fractures de direction N150 à N170°E, N180 à N190°E et surtout N45 à N65°E.

**Q. Quartz.** Plusieurs filons de quartz (« pierre blanche » ou « biseau blanc ») ont été repérés sur cette carte, notamment au Nord de Désertines, entre les communes d'Épinay-le-Comte et de Mantilly, à l'Ouest du Teilleul (fermes de la Fourmondière et de la Gortière) et de Saint-Mars-d'Égrenne. Parfois en place (la Métairie au Nord de Désertines, la Fourmondière et la Gortière), ils apparaissent cependant le plus souvent démantelés, à l'état de blocs épars pouvant dépasser le mètre cube et alignés en majorité selon une direction moyenne N160°E. Ces filons N160°E sont en particulier abondants en bordure des grands dykes doléritiques (tels ceux d'Épinay-le-Comte et de La Dorée) et disposés parallèlement à ces derniers. De puissance métrique (2 à 3 m ; plus de 10 m à la Métairie), ils sont constitués de quartz blanc laiteux à noir (fréquent), avec localement quelques fines paillettes de micas. Ils sont souvent cataclasés et parfois imprégnés d'oxydes de fer d'origine probablement supergène, liés au lessivage des cornéennes encaissantes. En dehors de rares plages de pyrite, aucune trace de minéralisation n'a été décelée. Cependant, dans le secteur de la Métairie-la Véderie (Désertines), ces filons de quartz se superposent à une anomalie géochimique à Sb-Pb-Au-As mise en évidence lors de l'Inventaire minier de la France (Letalenet, 1981).

L'âge de mise en place de ces filons reste problématique dans la mesure où, bien qu'étant disposés parallèlement aux dykes doléritiques considérés comme d'âge dévonien et bien qu'étant comme ces derniers décalés par les accidents N45 à N60°E, ils sont par rapport à ceux-ci nettement plus déformés et cataclasés, comme en témoigne notamment leur couleur noire (déformation du réseau cristallin et effet thermique-hydrothermalisme ?). Ces filons sont donc susceptibles d'être antérieurs aux dykes doléritiques et de jaloner de grandes zones de fracturation N160°E, tardi- à post-cado-miennes (?) ayant pu jouer au Dévonien et guider la montée du magma basique.

Quelques filons de direction N40°E et N110°E (supposée ou mesurée) ont également été individualisés, associés à des zones faillées.

Dans le secteur nord-est au niveau de la commune de Saint-Mars-d'Égrenne, d'importants filons de quartz blanc laiteux peuvent être observés en sommet de collines, au sein des limons. Ces filons, constituant ici l'armature des collines, étaient initialement recouverts par une couverture de lœss. Ils ont été progressivement mis à jour et démantelés sous les effets de l'érosion mais également sous les effets de l'activité humaine. Le dé-

mantèlement de ces filons se traduit par un épandage très développé sur les versants de blocs de quartz, décimétriques à métriques, blanc laiteux et anguleux, mélangés aux lœss. Ces filons de quartz se situent dans l'environnement de la grande faille de la Varenne-Égrenne signalée sur la feuille Domfront.

Enfin, par rapport aux observations faites plus à l'Est sur la feuille Domfront, les filonnets de quartz sont peu nombreux au niveau des contacts granodiorites/cornéennes.

### *QUATERNAIRE ET FORMATIONS SUPERFICIELLES.*

#### **Formations résiduelles d'altération superficielle**

Y<sup>4</sup><sub>c</sub>. **Granodiorite arénisée.** Les arènes sont en particulier développées au niveau du diverticule granitique situé à l'Est d'Épinay-le-Comte (apophyse du massif de Passais-Le Horps). Ces arènes résultent de l'altération du granite (« pierre de sable » ou « pierre de grain ») et se présentent sous la forme de sables grossiers beiges à jaunâtres, argileux et hétérométriques, essentiellement composés de débris de granodiorite altérée, de quartz, de feldspaths altérés, et de paillettes de micas. L'altération préférentielle selon les joints et les diaclases, engendre fréquemment au niveau du granite un débit en boules pouvant atteindre jusqu'à 3 m de diamètre et se retrouvant mélangées au sable granitique.

Ces sables grossiers sont d'autre part fréquemment mélangés aux formations superficielles sus-jacentes telles que les lœss, mais sont également susceptibles d'alimenter des formations telles que les colluvions et dépôts de fond de vallées.

**Autres altérites.** Les altérites des formations briovériennes n'ont pas été prises en compte dans la mesure où elles sont relativement peu développées (puissance d'ordre métrique) et peu évoluées (stade de la fragmentation, avec éléments mélangés aux limons).

Les grauwackes du Briovérien se décomposent en fragments centimétriques de couleur gris-beige à beige ainsi qu'en sable à grain moyen à fin, très argileux. Les siltites se débitent en petites plaquettes gris-beige à bleu verdâtre, et peuvent constituer un limon gris très argileux. Les cornéennes sont nettement plus résistantes et se désagrègent en éléments pluricentimétriques et en sables et limons rougeâtres, très caractéristiques, localement chargés en fragments de quartz. Les dolérites donnent naissance à des terrains argilo-sableux rouges, proches de ceux présents au niveau des cornéennes mais caractérisés par la présence d'éléments de dolérite en boules.

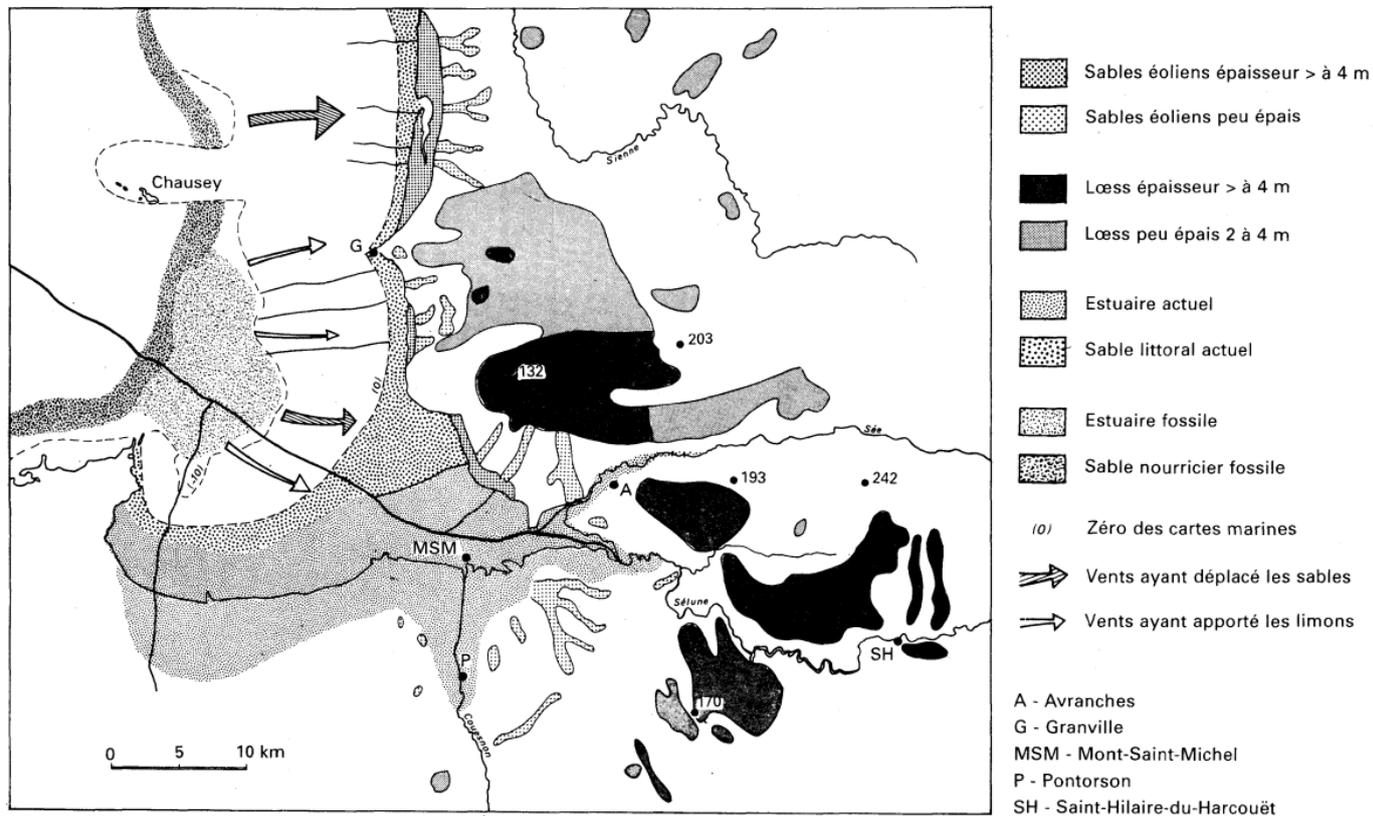
## Épandages continentaux

Les dépôts de pente hétérométriques périglaciaires ou « heads » n'ont pas été figurés sur la carte étant donné leur faible extension. Ces formations d'âge essentiellement weichsélien peuvent cependant être observées, en particulier au niveau des cornéennes, jalonnant les contacts avec les intrusifs, mais également en bordure des dykes doléritiques ou au voisinage des filons quartzeux. Elles sont caractérisées par une accumulation d'éléments de cornéenne, de dolérite ou de quartz, de taille variable (décimétrique à métrique) provenant du démantèlement par gélifraction des barres de cornéenne, des dykes de dolérite, ou des structures quartzieuses (près de Saint-Mars-d'Égrenne). Le déplacement de ces blocs reste cependant limité à quelques centaines de mètres (2 à 300 m).

**Œy. Lœss weichséliens-wurmiens.** Les limons loessiques (limons à doubles) sont relativement bien développés sur cette carte où ils forment ponctuellement d'importants placages (notamment entre Fougerolles-du-Plessy et Désertines, au Nord-Ouest de Landivy, et surtout dans tout le bassin de la Sélune depuis Saint-Hilaire-du-Harcouët jusqu'à Saint-Mars-d'Égrenne), pouvant s'étendre sur plusieurs kilomètres carrés et d'extension et de puissance croissante vers l'Ouest (jusqu'à 4 m de puissance). Ils se situent dans le prolongement des importants dépôts loessiques reconnus à l'Ouest dans les secteurs de Saint-Hilaire-du-Harcouët, Avranches, Granville et du Mont-Saint-Michel (nappe des lœss du Bocage normand) et ont par contre tendance à se réduire à l'Est dans la région de Domfront.

Ces dépôts sont homogènes, bruns à brun-jaune, et sans structure apparente. Ils correspondent à une accumulation de fines particules minérales en provenance du fond du golfe normand-breton (démantèlement de la tange de la paléobaie du Mont-Saint-Michel, à l'époque exondée ; Lautridou, 1991 ; fig. 4) et transportées par les vents d'Ouest au cours du Weichsélien.

La répartition de ces dépôts est en partie contrôlée par la morphologie du paysage, ceux-ci s'accumulant en effet préférentiellement au sommet et sur les versants nord et nord-est des collines, mais également sur les versants orientaux des reliefs doléritiques (zones situées à l'abri des vents). Ce contrôle s'estompe cependant vers l'Ouest au fur et à mesure que l'on se rapproche de la zone d'alimentation, les dépôts apparaissant, notamment sur Saint-Hilaire-du-Harcouët, nettement plus puissants, étendus et unilatéralement répartis. Le bassin de la Sélune, qui est limité au Sud par une barre de cornéennes (au contact du massif de Passais) et au Nord par les reliefs paléozoïques de Mortain (feuille Mortain), constitue un important couloir ayant canalisé les vents d'Ouest et favorisé le dépôt de ces formations. Ce couloir se prolonge vers l'Est sur la feuille Domfront.



**Fig. 4 - Carte simplifiée des loëss et sables de couverture dans la baie du Mont-Saint-Michel**  
 carte des sédiments marins actuels limoneux (estuariens) et sableux, emplacement supposé  
 de la paléobaie (estuaire et sables fossiles) source des loëss et sables éoliens (Lautridou, 1991)

Au point de vue sédimentologique, le quartz est majoritaire (sauf au-dessous de 2  $\mu\text{m}$ ), accompagné de quelques débris de feldspaths (plagioclase et microcline, dans la fraction supérieure à 20  $\mu\text{m}$ ) et de quelques paillettes de muscovite (dans les fractions 2-20  $\mu\text{m}$  et 50-200  $\mu\text{m}$ ), de biotite et de chlorite. La granulométrie est typiquement éolienne, avec une médiane vers 25  $\mu\text{m}$ , une fraction 2-50  $\mu\text{m}$  nettement dominante et une courbe cumulative en sigmoïde (Lautridou, 1984).

La teneur en argile varie entre 12 et 20 % (kaolinite dominante, illites, vermiculite et chlorite). La fraction sableuse est essentiellement composée de sable fin et reste inférieure à 15 %. Ces dépôts renferment également des minéraux lourds, principalement de l'épidote (40 à 50 %) et de l'amphibole (15 à 25 %), et plus accessoirement du zircon (3 à 9 %), du rutile (1 à 4 %), de l'anatase (5 à 11 %) et de la tourmaline (7 à 14 %). Cette association épidote-amphibole est caractéristique d'un apport marin du fond du golfe normand-breton.

Au niveau de la représentation cartographique, seuls les placages dépassant 0,50 m de puissance et apparaissant par conséquent peu ou pas remaniés avec le substratum lors des labours (labours en moyenne à 0,25-0,30 m de profondeur), ont été représentés.

Outre l'intérêt pour l'agriculture (« terre douce » ou « pleine terre » en terme local), ces terres ont très localement été également exploitées de façon très artisanale pour la poterie ainsi que pour les colombages.

### **Alluvions – Colluvions**

**C. Colluvions de versants indifférenciées : limons argilo-sableux ou sablo-argileux à débris lithiques.** Les colluvions sont des dépôts de bas de versants, de fonds de vallons ou de petites dépressions, constitués de fragments lithiques, de cailloux, de blocs de galets, de sables, limons, ou d'argiles (pseudogley) mis en place par solifluxion et ruissellement. La composition de ces éléments et de la matrice enrobante est déterminée par la nature du substrat.

Deux principaux types de colluvions ont été distingués :

- des colluvions sablo-limoneuses issues du remaniement d'arènes granitiques et d'altérites grauwackeuses du Briovérien ;
- des colluvions limoneuses provenant du remaniement des lœss et des altérites silteuses du Briovérien.

**Fv, Fw, Fx, Fv-x. Alluvions fluviales périglaciaires pléistocènes.** Ces dépôts alluviaux sont principalement concentrés autour du fleuve Sélune et des rivières Sonce (affluent de l'Égrenne, dans l'angle nord-est de la feuille) et Colmont. Ils se montrent essentiellement constitués de sable, de

graviers et de galets de quartz, de dolérite, de granodiorite, de schiste et grès paléozoïques et de siltite, grauwacke et cornéenne briovériennes. Ces dépôts sont les vestiges de formations alluviales étagées, plus ou moins remaniées et démantelées, d'épaisseur en apparence réduite (d'ordre métrique), mises en place par les rivières Sélune et Sonce au cours du Pléistocène. Elles s'étagent topographiquement sur une quinzaine de mètres en moyenne.

La distinction sur le terrain entre ces différents niveaux demeure délicate en raison de la similitude de leurs composants, du démantèlement les affectant (solifluxion) et du faible décalage altimétrique les séparant. Trois subdivisions essentiellement basées sur la topographie ont cependant été introduites pour les bassins de la Sélune et de la Colmont, en prenant en compte celles établies par J.P. Lautridou sur les feuilles Mortain et Saint-Hilaire-du-Harcouët ainsi que ses observations faites sur Landivy :

- Fv. Alluvions localisées à Saint-Hilaire-du-Harcouët à 25 m au-dessus du cours actuel de la Sélune correspondant à un dépôt alluvial en position haute, du Pléistocène inférieur ;
- Fw. Alluvions en position intermédiaire (10 à 20 m au-dessus de la Sélune), dont l'âge est vraisemblablement Pléistocène moyen (pré-Saalien) ;
- Fx. Alluvions saaliennes en pente douce, descendant jusqu'à la plaine alluviale actuelle (Fz).

D'importants placages alluviaux anciens ont également été observés au Sud de Vieuvy, notamment au niveau de la rivière l'Ourde et du ruisseau du Bailleul. Les bassins-versants auxquels ils sont associés actuellement, paraissent beaucoup trop restreints par leur taille pour pouvoir induire une dynamique suffisante à la mise en place de tels dépôts. La répartition de ces différentes formations alluviales permet par contre d'envisager l'existence à une époque plus ancienne (Pléistocène probable) d'une communication (ou capture) entre la partie haute du bassin-versant de l'Ourde et le bassin-versant du ruisseau du Bailleul. Cette hypothèse devrait être confirmée lors de la cartographie des formations alluviales de la feuille sous-jacente (Ernée).

La composition de ces alluvions reste à tout point de vue identique à celles décrites ci-dessus. Cependant, en raison de la complexité de ce système alluvial et des faibles contrastes altimétriques aucune différenciation n'a pu être effectuée ; la notation Fv-x traduit cette indétermination.

**Fz. Alluvions fluviales récentes (Holocène).** Les alluvions récentes sont limoneuses à argilo-sableuses, en général peu puissantes (1 à 2 m), et d'extension n'excédant pas 200 m de large, à l'exception toutefois de la Sélune et de la Sonce (plus de 500 m de large). Elles dérivent des

sédiments éoliens weichséliens, des arènes granitiques et des altérites briovériennes.

### Dépôts d'accumulation

*F. Accumulations ferrifères types « alios ».* Ces formations n'ont été observées que très ponctuellement, à l'état de blocs pluridécimétriques sortis lors de travaux de drainage, dans des zones de bas-fond très mal drainées à pseudogley. Elles résultent du lessivage et de la dégradation pédologique des altérites fines et des limons alluviaux. D'aspect conglomératique, elles sont composées de galets de quartz, de grauwacke, de siltite, de granodiorite, enrobés dans un ciment sablo-argileux fortement ferrugineux (oxydes de fer) de couleur rouille. Ces roches peuvent constituer une véritable carapace, d'aspect lenticulaire, d'extension restreinte mais de puissance métrique.

## CONDITIONS DE FORMATION DES ENTITÉS GÉOLOGIQUES

### *PROTÉROZOÏQUE SUPÉRIEUR*

#### Terrains sédimentaires briovériens

Durant cette période, l'ensemble de la région est occupé par un vaste bassin marin (Garlan, 1985), limité au Nord par une importante cordillère. L'érosion de cette dernière fournit des matériaux argilo-sableux fins à grossiers, s'accumulant pour les plus grossiers au pied de cette chaîne, sur un important talus subaquatique, ou se déposant pour les plus fins directement au fond du bassin marin (mise en place de vases et silts). En période d'instabilité (soit simplement climatique ou par subsidence du bassin), la fraction grossière est remise en mouvements et étalée sur le fond du bassin par l'intermédiaire de courants de turbidité (mise en place de grauwackes). La rythmicité et l'étendue dans le temps de ces apports détritiques fins et grossiers engendrent la formation d'alternances de bancs argilo-silteux et grauwackeux de puissance centimétrique à pluridécamétrique. La présence de siltites-argilites massives témoigne de périodes de stabilité du bassin et d'une sédimentation normale en milieu distal. La présence de bancs massifs de grauwacke, correspondant à des décharges détritiques nettement plus grossières, atteste de périodes d'instabilité du bassin briovérien, probablement liées au comblement de ce dernier et à l'amorce de la mise en place de la plate-forme cambrienne (Doré, 1972).

Ces terrains sédimentaires sont affectés au cours de cette orogénèse par une phase de plissement accompagnée d'un métamorphisme régional, puis recoupés et métamorphisés (métamorphisme de contact) vers 550 Ma par des plutons granodioritiques antécambriens.

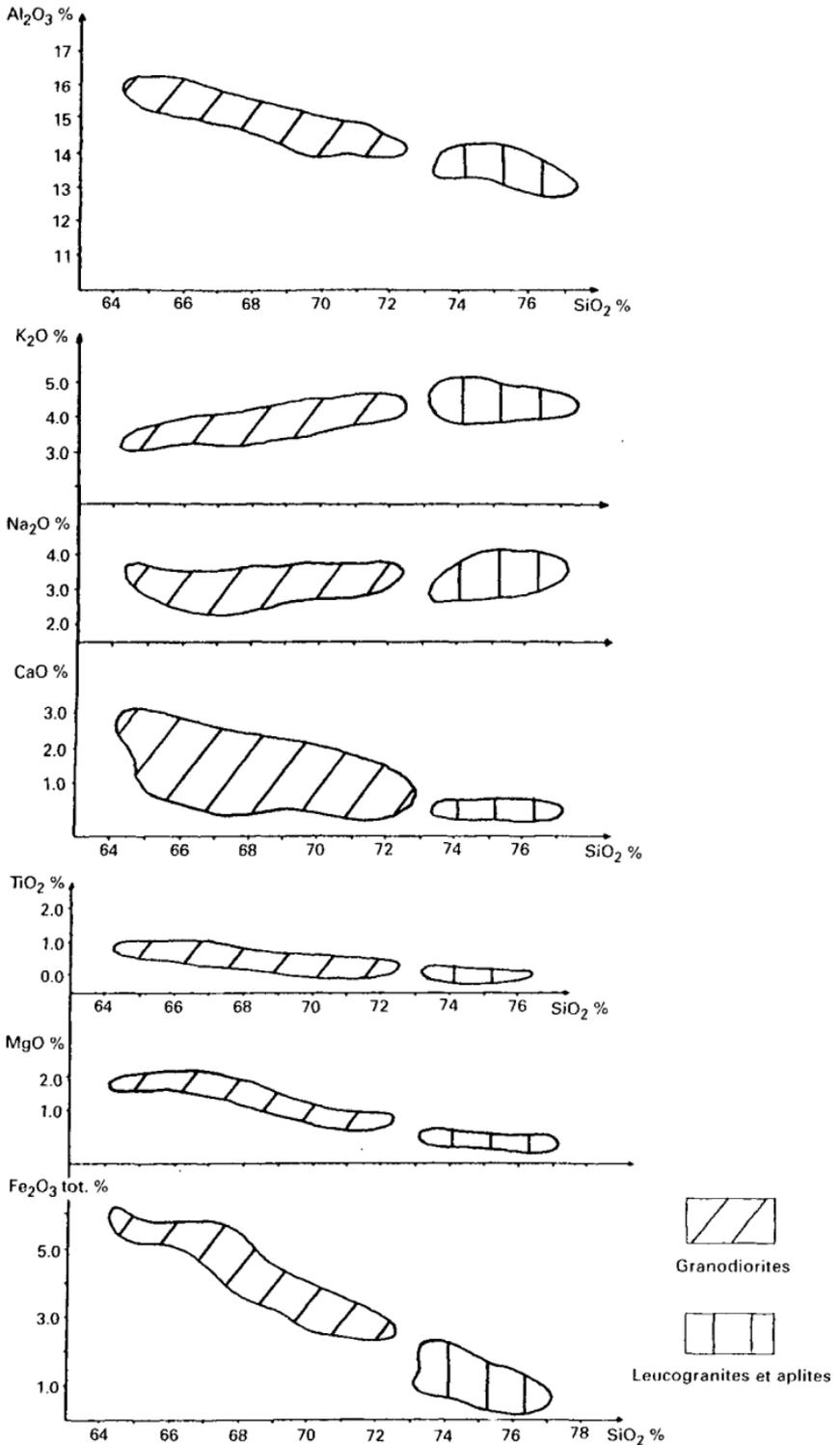


Fig. 5 - Diagrammes de variation des éléments majeurs des granitoïdes manceniens par rapport à la silice (Jonin, 1981)

## Granitoïdes cadomiens

### Géochimie et origine des granodiorites de la Mancellia

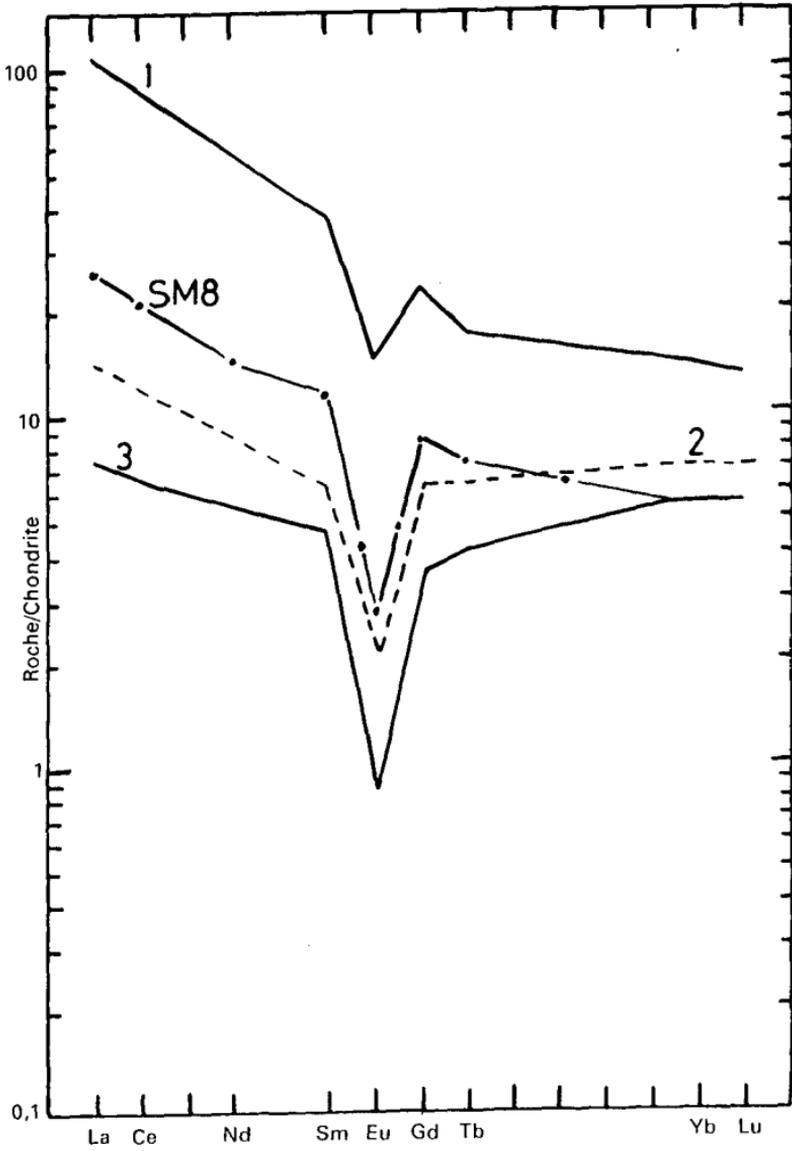
L'étude des granodiorites de la Mancellia, réalisée en 1981 par M. Jonin, a confirmé leur assez grande homogénéité à l'échelle de la région. Ces roches sont à caractère alumineux très prononcé, ce qui se concrétise au niveau de la paragenèse minérale (tabl. 2) par la présence de cordiérite et de biotite alumineuse et ferrifère. La composition de ces biotites permet de les classer dans l'association des granitoïdes alumino-potassiques. Leurs teneurs en éléments majeurs sont données dans les tableaux 3, 4 et 5. Les diagrammes des éléments majeurs des granitoïdes mancelliens (fig. 5) permettent de visualiser les différences existant entre les granodiorites et les leucogranites. Les teneurs en baryum, strontium, rubidium et lithium sont présentées dans le tableau 6. Les spectres des terres rares (T.R. ; tabl. 7) des granodiorites de la Mancellia sont quant à eux comparables à ceux des granodiorites calco-alcalines. On notera que par rapport aux leucogranites tardi-cadomiens présents dans la région (feuille Mortain : Ménillet *et al.*, 1987), leur concentration totale en T.R (supérieure ou égale à 150 ppm) est de 5 à 50 fois plus élevée. Ces granodiorites se caractérisent également par rapport aux leucogranites par une anomalie en significative europium (fig. 6).

Les deux types de faciès pétrographiques reconnus au niveau du massif de Fougères (à biotite et à biotite-cordiérite) ont fait l'objet en 1981 d'une étude géochimique réalisée dans le cadre du levé des feuilles Fougères et Saint-Hilaire-du-Harcouët (Dadet *et al.*, 1983). Cette étude a mis l'accent sur les faits suivants :

- la faiblesse en chaux pour des granodiorites, le faciès à cordiérite se différenciant nettement par son caractère hypocalcique et hyposodique ;
- la richesse en fer et magnésium, la granodiorite à cordiérite se marquant par une plus grande richesse en Mg ;
- les teneurs très élevées en soufre (600 à 2100 ppm, la normale étant de 100 ppm), le faciès à cordiérite étant deux fois plus riche que le faciès à biotite seule. Par leur composition isotopique du soufre, leurs caractères pétrographiques et géochimiques, ces granodiorites s'apparentent aux granites de type « S » ou « Ilmenite Serie », d'origine crustale ;
- la teneur importante en  $H_2O^+$  du faciès à cordiérite (en relation avec l'altérabilité de la cordiérite).

Cette étude a permis de caractériser les deux faciès constituant le batholite de Fougères-Louvigné-du-Désert et de préciser leurs origines :

- la granodiorite à biotite montre un chimisme intermédiaire entre le pôle granodioritique et le pôle des granites monzonitiques, sa richesse en fer et magnésium expliquant le mode granodioritique. Elle se situe dans la lignée d'évolution des magmas calco-alcalins d'origine crustale ;



1 = granodiorites (CN15, F11, R300)

2 = leucogranites (TR1, V33c, Bo64)

3 = leucogranites (SH4, F12, SM7)

SM8 = leucogranite

CN15, F11, R300, TR1 etc. : échantillons analysés (Jonin, 1981)

**Fig. 6 - Spectres de terres rares des granitoïdes de la Mancellia**  
(Fouillac *et al.*, 1986, d'après Jonin, 1981)

— la granodiorite à biotite-cordiérite (telle que celle présente sur la feuille Landivy) a une composition de granite monzonitique qui s'oppose à un mode granodioritique net, conditionné par la richesse en fer et magnésium et l'existence de muscovite secondaire. Du point de vue génétique, cette granodiorite, de mise en place contemporaine de celle du faciès à biotite seule, montre des compositions très éloignées de celles des granitoïdes communs et de la lignée calco-alcaline, mais semble au vu des données de terrain (absence de contact intrusif avec le faciès à biotite), de la pétrographie et de la minéralogie, être issue d'un magma identique à celui des granodiorites à biotite.

Le passage de l'un à l'autre des faciès par évolution purement magmatique étant exclu vu les résultats de l'étude géochimique, la solution d'une hybridation des magmas par assimilation de matériel sédimentaire semble la plus logique. Cette hypothèse est notamment confortée par les affinités existant entre le chimisme de la granodiorite à cordiérite et celui des grauweekes alumineuses briovériennes, l'abondance des enclaves métamorphiques dans cette granodiorite à cordiérite et la répartition spatiale de cette dernière en périphérie du massif de Fougères. Cette assimilation de matériel sédimentaire expliquerait également les teneurs très anormales en soufre décelées dans ces faciès (Dadet *et al.*, 1981).

En résumé, les deux types de granodiorite sont comagmatiques, le faciès à biotite-cordiérite, situé à la partie supérieure du complexe granitique, résultant d'une simple contamination du magma initial par le matériel crustal constitué par les sédiments briovériens. S'il est maintenant établi que le plutonisme granodioritique de la Mancellia résulte bien d'une anatexie crustale (Fouillac *et al.*, 1986 ; Graviou et Auvray, 1985 ; Jonin, 1981), le mécanisme initiateur de cette genèse magmatique tardi-cadomienne pourrait être lié à la montée de magmas juvéniles chauds, d'origine profonde et de composition gabbroïque tels que ceux caractérisés à Ernée et à Brée (Le Gall et Barrat, 1987).

### Âge (tabl. 8)

Les massifs granodioritiques présents sur cette zone sont, comme le granite de Vire (Lapparent, 1877), postérieurs au Briovérien qu'ils recourent et métamorphisent (métamorphisme de contact), mais également à la phase plicative de l'orogénèse cadomienne (Jeannette, 1971). Ils sont par contre plus anciens que le poudingue de base du Cambrien, qui apparaît non métamorphisé et repose en discordance sur les granites arénisés (Chauris *et al.*, 1956). Ces granodiorites sont par conséquent antécambriennes et se mettent en place à la fin de l'orogénèse cadomienne.

Plusieurs essais de datation radiométrique ont été réalisés, notamment ceux de P. Pasteels et F. Doré (1982) qui ont obtenu pour la granodiorite

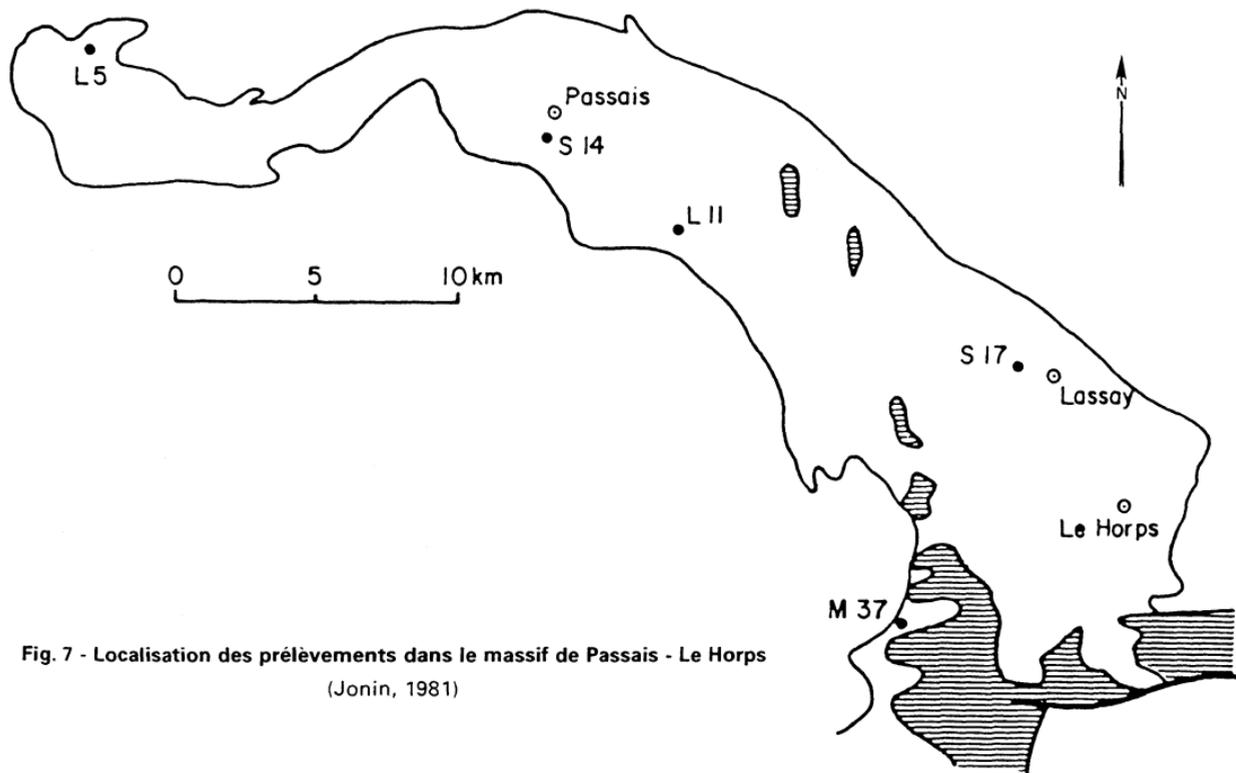


Fig. 7 - Localisation des prélèvements dans le massif de Passais - Le Horps  
(Jonin, 1981)

de Vire (méthode U/Pb sur monazite) un âge de refroidissement de  $540 \pm 10$  Ma. L'étude géochronologique (méthode Rb/Sr) réalisée sur le massif de Fougères (Dadet *et al.*, 1981) n'a donné, vu la grande dispersion des points sur l'isochrone, qu'un âge sans valeur réelle de  $610 \pm 80$  Ma (Fouillac *et al.*, 1986). Par contre, en combinant toutes les données Rb/Sr disponibles sur le batholite mancellien (données sur Fougères et données de Jonin et Vidal, 1975, sur les granitoïdes de la Mancellia) A.M. Fouillac *et al.* (1986) ont obtenu un âge de  $551 \pm 36$  Ma, compatible, dans la limite des erreurs, avec celui obtenu par P. Pasteels et F. Doré.

Cet âge de 540 Ma (base du Paléozoïque) pour la mise en place des granodiorites est actuellement le plus couramment admis. Des âges plus jeunes variant entre  $521 \pm 11$  Ma et  $490 \pm 14$  Ma ont également été obtenus sur certaines granodiorites à rapport isotopique en strontium plus élevé. Ces résultats tendraient à prouver que le massif a subi une réhomogénéisation isotopique du strontium il y a environ 520 Ma, pouvant être induite par la mise en place de leucogranites, datés à  $507 \pm 6$  Ma par M. Jonin et P. Vidal (1975), puis à  $525 \pm 6$  Ma par M. Jonin (1981) à l'aide d'une isochrone Rb/Sr qui apporte en outre deux autres informations intéressantes :

- le rapport initial du strontium est relativement élevé ( $0,716 \pm 0,002$ ), ce qui est caractéristique d'une origine franchement crustale ;
- sur cette isochrone se place le point représentatif d'une pegmatite recoupant la granodiorite à biotite de Louvigné-du-Désert, ce qui pourrait permettre d'envisager un lien génétique entre cette pegmatite et le leucogranite daté.

## PALÉOZOÏQUE

### Terrains sédimentaires

Les terrains paléozoïques, absents sur cette coupure, sont présents à seulement quelques kilomètres à l'Est et au Nord sur les feuilles Domfront et Mortain. Ces terrains constituent une étape importante de l'histoire géologique régionale et méritent par conséquent d'être signalés. Le Paléozoïque est principalement caractérisé par deux transgressions marines majeures, l'une au Cambrien, limitée régionalement aux domaines normand et vendéen, l'autre à l'Ordovicien, couvrant l'ensemble du Massif armoricain.

La *transgression cambrienne* couvre, dès le Cambrien inférieur, la majeure partie de la Normandie. Trois bassins sédimentaires marins s'individualisent, dans le Cotentin, en Normandie centrale et dans le Sud-Est de la Normandie et du Maine. Les sédiments sont essentiellement de nature terrigène, grossiers à la base (poudingues et arkoses), localement carbonatés (Calcaire de la Laize). La régression cambrienne est décalée d'une ré

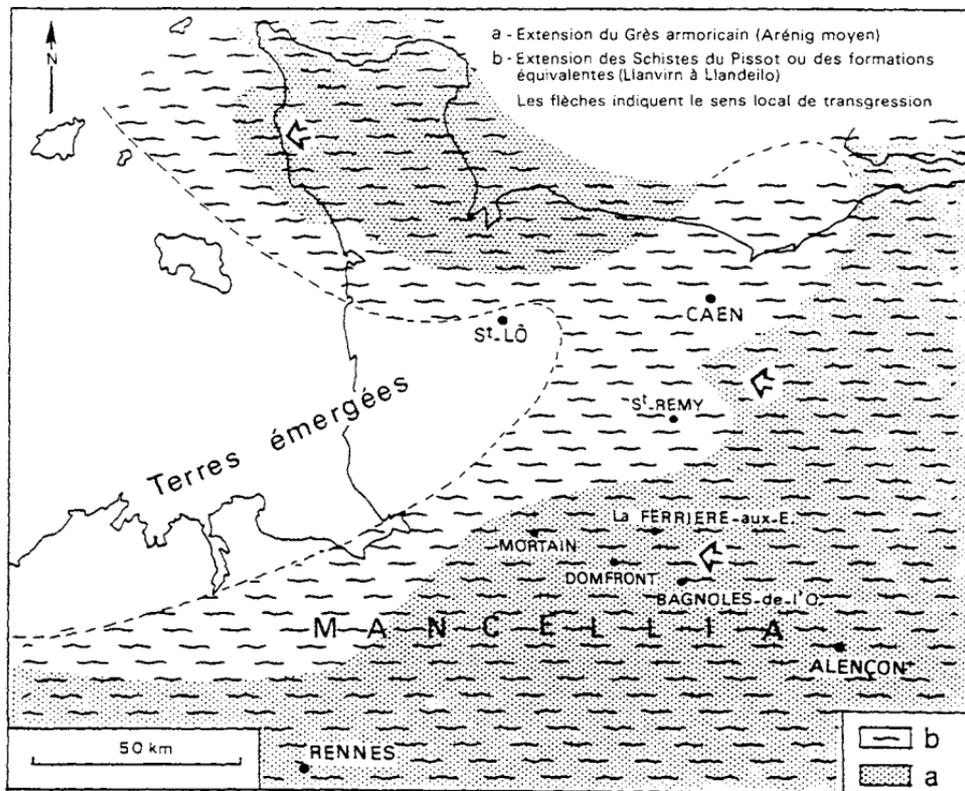


Fig. 8 - La transgression marine de l'Ordovicien inférieur dans le Nord-Est du Massif armoricain (Doré, 1969, 1972)

gion à l'autre (en Normandie dès le Cambrien moyen dans le Nord, au Cambrien supérieur dans le Sud), et aboutit à la fin du Cambrien à une émerision généralisée de toute la Normandie. Ces formations cambriennes non affleurantes dans cette région sont présentes à l'Est sur les cartes 1/50 000 La Ferté-Macé, Villaines-la-Juhel, Argentan, et au Nord-Est sur la feuille Mortain.

Après cette émerision, la *transgression marine ordovicienne* envahit toutes les régions du Massif armoricain, ce qui se traduit par la mise en place de dépôts terrigènes, silto-conglomératiques rouges, puis à dominante arénacée (Formation du Grès armoricain ; fig. 8).

Dans la région (feuilles 1/50 000 Domfront, Flers-de-l'Orne, La Ferté-Macé, Mortain, etc.), la transgression ordovicienne débute directement par le dépôt du Grès armoricain (Arénig moyen), discordant sur le Protérozoïque. Ces sédiments se mettent en place au niveau de la partie supérieure d'une plate-forme très étendue et peu profonde, soumise à l'action des marées et des courants côtiers. Au cours de l'Arénig supérieur et du Llanvirn, le dépôt de vases argileuses sombres (Formation des Schistes du Pissot) très riches en faune (trilobites, ostracodes, brachiopodes et cystidés) marque une légère accentuation de la transgression ordovicienne. Ces horizons sont caractérisés par la présence, dans leur partie inférieure, de niveaux de minerai de fer oolitique (exploitations de Mortain, La Ferrière-aux-Étangs, etc.).

La sédimentation devient arénacée au cours du Llandeilo (Formation du Grès de May) puis argilo-micacée au Caradoc (Formation des Schistes du Pont-de-Caen) et s'achève à l'Ashgill par le dépôt de sédiments argilo-gréseux, renfermant des fragments de nature variée : la Tillite de Feugueroles. Cette formation, assimilée à un dépôt glacio-marin alimenté en fragments par la fonte d'icebergs (Le Corre *et al.*, 1991), constitue l'un des témoins périphériques de la glaciation africaine.

Au *Silurien*, après un épisode de sédimentation arénacée (fin de l'Ashgill et Llandovery : Formation du Grès culminant), se mettent en place, au cours du Llandovery supérieur et du Ludlow, des ampélites noires à matière organique et graptolites (caractère transgressif).

En Bretagne centrale comme en Normandie, la sédimentation marine reste ininterrompue du Silurien au Dévonien, mais se limite en Normandie aux dépôts argilo-arénacés puis argilo-carbonatés à faune benthique du *Dévonien inférieur* (Cotentin et synclinaux de Menez-Belair et Laval). Dans la région étudiée, cette lacune d'observation débute dès le Dévonien inférieur et se poursuit jusqu'au Tertiaire (bassin de Céaucé - feuille Domfront). Notons cependant que c'est au cours du Dévonien que se met en place au sein du socle cadomien un vaste champ filonien doléritique, signe d'une importante phase d'extension.

Cette sédimentation marine de plate-forme apparaît par conséquent continue dans son ensemble de l'Ordovicien au Dévonien, et simplement perturbée par d'infimes variations eustatiques et quelques manifestations volcaniques. Aucun événement tectonique majeur ne paraît troubler cette sédimentation, à l'inverse du domaine vendéen, marqué par une forte tectonique tangentielle, une intense activité plutonique, la présence de laves acides et basiques et d'importantes accumulations de dépôts pyro- et épicyclastiques.

## Filons de dolérites

### Géochimie et origine

Les dykes doléritiques de la Mancellia méridionale ont une composition tholéiitique franche, identique à celle des sills basiques intra-siluro-dévonien du bassin de Laval. Ils se distinguent par conséquent très nettement des massifs gabbroïques de Brée, Ernée et Louzes qu'ils recourent, à composition calco-alcaline intermédiaire à tholéiitique modérée, reconnus d'âge tardi-cadomien (Le Gall et Mary, 1983). Ils présentent d'autre part de grandes affinités avec les manifestations volcaniques basiques d'âge dévonien inférieur de Bretagne centre-Ouest (Cabanis *et al.*, 1982, *in* Le Gall et Mary, 1983). Ces champs filoniens doléritiques témoignent d'une période d'activité magmatique distensive, de nature essentiellement tholéiitique et à caractère ferrotitané net (tabl. 9 et 10). Sur le plan géodynamique, elles caractériseraient un volcanisme intraplaque d'âge dévono-dinantien s'exerçant à l'arrière du domaine orogénique dévonien de Bretagne méridionale (Bébian *et al.*, 1980).

### Âge de mise en place

L'âge de la mise en place de ces dykes basiques reste encore à l'heure actuelle sujet à discussions. Ces dolérites mancelliennes s'injectent aussi bien dans les granodiorites cadomiennes que dans le Briovérien mais ne recourent nulle part dans la région les formations paléozoïques. Il serait par conséquent logique de leur attribuer un âge fini- à post-cadomien à anté-ordovicien (le Cambrien étant inexistant dans cette région). Cependant, plusieurs études et observations conduisent encore actuellement à envisager une mise en place plus tardive au cours de l'ère primaire, probablement au Dévono-Carbonifère :

- les études radiochronologiques (méthode K/Ar ; Leutwein *et al.*, 1972) ont abouti, pour l'ensemble des dolérites de la partie bretonne de la Mancellia, à un âge compris entre 380 et 350 Ma, soit intradévonien à carbonifère basal ;
- sur le terrain, ces dolérites ont été observées à l'état de fragments dans des brèches d'âge carbonifère au sein du synclinal de Laval ; au Sud de

Mayenne, elles sont d'autre part affectées par un cisaillement dextre inverse, antérieur à la mise en place du granite d'Alençon (Doré *et al.*, 1981), daté à  $330-340 \pm 10$  Ma (Leutwein *et al.*, 1968). Sur le territoire de la feuille Landivy, ces filons doléritiques sont clairement antérieurs à la phase de fracturation d'âge tertiaire, N45°E, qui les décale. Ils sont affectés par plusieurs réseaux de fracturation de directions variables : N175-190°E, N80-90°E (direction proche de celle des grandes failles bordières tardi-hercyniennes des synclinaux paléozoïques régionaux), N65°E, N145-155°E.

L'ensemble de ces arguments plaide donc en faveur d'une période principale de génération de dolérites comprise entre le Dévonien moyen et le Dévonien supérieur (Le Gall et Mary, 1983). L'absence de ces filons de dolérites au sein de la couverture paléozoïque pourrait être expliquée par une différence de compétence entre les terrains protérozoïques et les terrains primaires (Le Gall et Mary, 1983). Le magma basique serait monté le long de fractures verticales, d'orientation moyenne N160°E et localisées dans les parties les plus indurées de l'édifice mancellien. Cette hypothèse est validée sur la feuille Landivy où la densité des filons basiques est nettement plus élevée dans le socle cristallin, plus compétent, que dans la couverture briovérienne. La cote maximale atteinte par le magma aurait été conditionnée par des paramètres inhérents au magma (densité et pression) ou par la présence d'une puissante série argileuse jouant le rôle de barrière de fluides (Le Gall et Mary, 1983).

### TERTIAIRE ET QUATERNAIRE

Non représentées sur la feuille Landivy, des formations tertiaires d'âge *éocène-oligocène* ont été distinguées à l'Est sur la feuille Domfront. Elles sont représentées par des sédiments lacustres, fluvio-lacustres à lagunaires et constituent le bassin tertiaire de Céaucé, directement contrôlé et délimité par des accidents majeurs N160°E, tardi-hercyniens à rejeu fini-tertiaire.

À partir de la fin du *Pliocène* se succèdent quelque vingt périodes froides, dites glaciaires, entrecoupées de périodes tempérées interglaciaires, en partie responsables de la morphologie actuelle du paysage. Le creusement des vallées, lié à une baisse du niveau des mers, conduit à une individualisation des différents niveaux d'alluvions, alors que la fragmentation des roches par le gel entraîne la formation d'horizons superficiels de type head. Les lœss, relativement développés sur Landivy, sont contemporains de ces périodes froides. Ils sont apportés par les vents d'Ouest dominants (Lautridou, 1985).

## ÉVOLUTION TECTONO-MÉTAMORPHIQUE

La structuration des terrains protérozoïques (socle et couverture sédimentaire) est essentiellement induite par les mouvements tectoniques ductiles et cassants contemporains de la phase orogénique cadomienne ; les effets de la phase orogénique hercynienne ou varisque (fin du Paléozoïque) sont très peu sensibles et semblent se limiter dans ce secteur à des déformations cassantes. Au cours du Tertiaire, ce bâti protérozoïque est affecté par plusieurs réseaux de fracturation, nouveaux en direction ou correspondant à des jeux de failles hercyniennes, voire cadomiennes.

### Déformations et métamorphismes cadomiens

La déformation plicative des terrains briovériens est antérieure au dépôt des terrains paléozoïques, présents notamment au Nord et à l'Est sur les feuilles Mortain et Domfront (discordance cartographique du Paléozoïque sur le Briovérien). Elle correspond aux phases tardives de l'orogénèse cadomienne, légèrement antérieures à la mise en place du batholite mancellien dans l'avant-pays de la chaîne cadomienne *s.s.*

Cette déformation plicative reste relativement délicate à visualiser sur le terrain en raison de l'extrême rareté des plis et de l'absence d'une schistosité clairement exprimée. La répétition au niveau cartographique de certains horizons silteux ou grauwackeux constitue le meilleur témoin de cette phase de plissement. Les plis sont synschisteux, serrés, d'ordre décamétrique à plurihectométrique et orientés selon une direction moyenne comprise entre N70° à N80°E. Ils sont à flancs très redressés (60 à 70°) à subverticaux et se montrent faiblement déversés vers le Nord-Est ou le Sud-Ouest. Les axes de plis présentent fréquemment un plongement vers l'Est (Chantraine *et al.*, 1982 ; Dupret, 1983), parfois vers l'Ouest. Ces plis P1 sont accompagnés d'une schistosité S1 de type flux et de plan axial, subparallèle à parallèle au plan de stratification S0, marquée en particulier dans les siltites, et matérialisée par un alignement de phyllites néoformées et de minéraux opaques. En raison des conditions d'affleurement et du recouvrement superficiel, l'observation de ces plis demeure cependant très limitée (ferme du Jaunay, commune de Saint-Cyr-du-Bailleul).

À cette phase de plissement cadomienne est associé un métamorphisme régional de faible intensité (anchizone-épizone). Ultérieurement, les terrains situés en bordure des granodiorites cadomiennes tardi-orogéniques sont affectés par un métamorphisme de contact (faciès tachetés et cornéennes).

En ce qui concerne les relations entre les granitoïdes et le Briovérien, les granitoïdes mancelliens (granodiorites de Fougères-Louvigné, La Ferté-Macé, Passais-Le Horps, Avranches et Carolles-Vire) apparaissent à l'échelle régionale clairement intrusifs au sein de cette série sédimentaire et

sécants par rapport aux structures plicatives affectant ces terrains. Chronologiquement, l'orogénèse cadomienne peut par conséquent être décomposée en deux phases : d'abord, une phase plicative engendrant des plis synschisteux et accompagnée d'un métamorphisme régional, puis des intrusions granodioritiques engendrant au sein de l'encaissant un métamorphisme thermique. Toutefois, les différentes études pétrographiques (relations blastèse-schistosité) réalisées sur les cartes voisines (Fougères, Avranches, etc.) tendent à démontrer que ces deux phénomènes sont subcontemporains et génétiquement liés.

### **Fracturation dans le domaine briovérien**

Plusieurs familles de failles subverticales ont été reconnues ; elles sont soit matérialisées sur le terrain par la présence de filons de quartz ou de dolérite, de zones mylonitisées, ou par d'importants décalages, soit issues de l'interprétation de linéaments visibles en photographies aériennes. Plusieurs directions ont été relevées : les trois directions majeures sont N150 à N170°E, N45 à N65°E et N180 à N190°E ; les directions N80 à N90°E et N100 à N130°E sont moins fréquentes.

Le réseau N150 à N170°E est de loin le plus important, souligné sur l'ensemble de la zone par de nombreux filons de quartz et surtout par la présence de dykes doléritiques atteignant plus de 20 km de long. Ils sont également marqués à l'Est (feuille Domfront) par deux accidents majeurs à jeux décrochants dextres, (ceux de l'Égrenne et de la Mayenne), se traduisant par des déplacements d'ordre kilométrique et des rejets verticaux pluridécamétriques. Enfin, ils conditionnent la mise en place des bassins tertiaires aussi bien sur Céaucé (feuille Domfront) que sur Landéan-Parigné (feuille Saint-Hilaire-du-Harcouët). Ce réseau de fracturation, qui a facilité la mise en place au sein du socle cadomien des dykes doléritiques réputés d'âge dévono-dinantien, est par conséquent au moins subcontemporain de ces intrusions basiques (voire tardi-cadomien ?) et correspondrait aux prémices de la phase bretonne hercynienne. Ces grandes fractures ont apparemment été réactivées à plusieurs reprises en particulier au Tertiaire, les dolérites étant affectées par une fracturation N155°E.

Le réseau de fracturation N45 à N65°E est très développé à l'échelle régionale et affecte l'ensemble des terrains protérozoïques, les dykes doléritiques dévono-dinantiens ainsi que la couverture primaire à l'Est et au Nord. Dans la région d'Argentan où il a également été reconnu (Kuntz *et al.*, 1989), il affecte également la couverture secondaire et serait donc probablement d'âge tertiaire. Parfois accompagnées de filons de quartz, ces fractures décalent régulièrement les filons doléritiques.

Les fractures N-S sont plus limitées, soulignées par quelques décalages ainsi que par quelques filons de quartz, mais affectent aussi bien le Protérozoïque que le Paléozoïque (feuilles Mortain et Domfront). Dans le

secteur de Lapenty (à l'Est de Saint-Hilaire-du-Harcouët), ces fractures subméridiennes sont, comme sur le secteur de Domfront (Melleray et Avrilly), soulignées par la présence d'un important dyke doléritique (filon de Lapenty-La Dorée). Ce filon doléritique présente la particularité de passer, du Nord au Sud, d'une direction subméridienne à une direction N165°E, ce qui *a priori* permet de considérer cette famille de fractures comme subcontemporaine du réseau N150-N170°E (voire assimilable ?). Les plans de fractures N185°E-90° visibles dans certains dykes basiques attestent également d'un rejeu de ce réseau, notamment à la fin de l'orogène hercynienne (Carbonifère).

Les accidents N80 à 90°E et N100 à N130°E sont peu représentés, soulignés par quelques filons de quartz, et probablement contemporains des grandes failles inverses régionales (Carbonifère).

### Fracturation des granodiorites

Les mesures de plans de diaclases (ou fracturation) montrent la prédominance d'une famille qui, comme la grande majorité des filons de dolérites, est subverticale avec une orientation variant entre N150°E et N-S. Les diaclases de direction proche d' E-W sont fréquentes.

Parmi les quelques failles qui ont été observées, on peut retenir les suivantes :

Direction	Pendage	Stries	Jeu	x	y	Commune
N85°E	55°N	55°N	inverse	371,00	398,02	Mantilly
N110°E	90°	25°E*	dextre	350,63	388,62	Saint-Mars-sur-la-Futaie * : pitch
N150°E	50°SW	60°SE*	normal	351,92	388,62	
N175°E	85°W	40°N*	dextre, normal	351,80	388,15	

La faille inverse de Mantilly est la plus spectaculaire. Elle donne lieu à un surplomb sur un affleurement remarquable (cf. carte), continu sur une centaine de mètres de long, situé à l'Ouest du moulin de la Planche sur la rive nord du ruisseau de Pont-Barrabé dont la direction générale est proche de N80°E, ce qui laisse supposer que la faille se poursuit parallèlement au ruisseau de part et d'autre de l'affleurement.

Des fractures précoces, scellées par de minces filons leucogranitiques, ont été observées à deux endroits de la carte :

– dans la carrière abandonnée située au Sud du Vieux-Bourg (commune de Buais), juste à l'Est de la D 116, où la granodiorite est recoupée par deux filons subhorizontaux : le filon inférieur est pegmatitique et a 2 cm de puissance ; le filon supérieur est aplitique, a 10 cm de puissance et est

surmonté par une granodiorite à très forte densité de diaclases par suite de la décompression superficielle ;

– à 250 m au Sud du château de Mausson, à côté de la grotte de la Vierge, en bordure sud-ouest de la petite route menant à Pontmain, un affleurement ( $x = 348,64$  ;  $y = 2388,60$ ) montre deux filonnets de pegmatite à tourmaline, l'un de direction  $N80^{\circ}E$  et pendage de  $45^{\circ}N$ , l'autre de direction  $N175^{\circ}E$  et pendage de  $20^{\circ}E$ .

Au sein du massif de Fougères, une étude détaillée (Corpel *et al.*, 1985) a permis de recueillir des informations analogues pour les unes, complémentaires pour les autres. En effet, cette étude montre l'existence de :

– fractures horizontales, correspondant à des joints de décompression superficielle ;

– cinq familles de fractures subverticales ( $N150^{\circ}E$  et  $N80^{\circ}E$ , prépondérantes,  $N30^{\circ}E$ ,  $N110^{\circ}E$ , N-S) dont la cinématique d'ensemble traduit trois phases tectoniques successives : compression N-S, compression E-W, distension ENE-WSW (cf. fig. 9).

## SYNTHÈSE GÉODYNAMIQUE RÉGIONALE

### **Protérozoïque terminal : le bassin briovérien et l'orogène cadomienne**

Les premières informations dont l'on dispose sur l'histoire géologique de la région sont fournies par les dépôts sédimentaires du Briovérien. À cette époque, l'ensemble de la région est localisé dans un bassin relativement profond, situé en bordure d'une masse continentale regroupant (probablement) les terrains les plus anciens d'Armorique méridionale et d'Espagne, reliés (?) au vaste ensemble proto-gondwanien. Ce dernier était à l'époque constitué par les terrains les plus anciens d'Afrique, d'Amérique latine, d'Australie, d'Antarctique et du Dekkan, en voie de regroupement (orogène panafricaine).

Le bassin marin mancennien était limité au Nord par un arc orogénique (Dissler *et al.*, 1986 ; Chantraine *et al.*, 1986). Le démantèlement de ce dernier a permis d'alimenter le bassin en matériaux argilo-sableux, s'accumulant pour les plus grossiers en bordure immédiate du bassin ou directement transportés pour les plus fins dans le milieu marin. À la faveur de pulsions climatiques ou orogéniques, les matériaux grossiers accumulés en limite de bassin sont susceptibles d'être remobilisés et évacués vers la mer. Les variations dans le régime des apports se traduisent par la mise en place de séquences très rythmées de type flyschöide (alternances de siltites, argilites et grauwackes), avec cependant des dominantes nettes argilo-silteuses ou grauwackeuses traduisant une certaine stabilité du bassin, ou tout du moins pour cette zone un éloignement plus important de la zone d'alimentation. Les variations climatiques au cours de cette période restent à

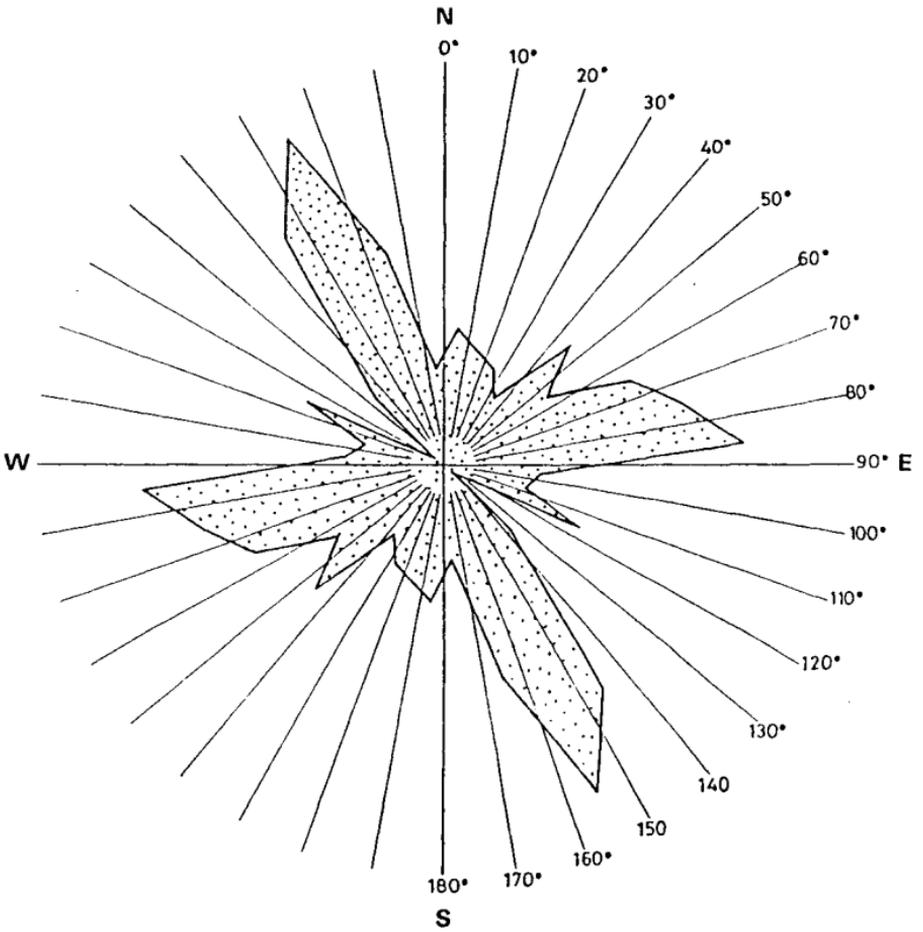


Fig. 9 - Rosace du nombre de fractures par classes de 10° dans le massif granodioritique de Fougères - Louvigné-du-Désert (Corpel *et al.*, 1985)

l'heure actuelle inconnues en l'absence notamment de critères paléontologiques (organismes très primitifs et rarement fossilisés). On considère cependant que la région se situait dans l'hémisphère sud.

L'orogénèse cadomienne est généralement interprétée dans le cadre d'une collision arc/continent, un court segment de la chaîne, connue de part et d'autre de l'Atlantique, étant mis en évidence en Bretagne Nord et dans le Cotentin (Balé et Brun, 1983 ; Chantraine *et al.*, 1986 ; Dissler *et al.*, 1986).

Le bassin mancennien correspondrait à un bassin d'avant-pays de cette chaîne, la sédimentation briovérienne provenant, au moins en partie, de l'érosion de la chaîne au cours de sa surrection, datée autour de 580 Ma. Ce n'est que plus tard, autour de 540 Ma, que le Briovérien mancennien est affecté par une déformation et un métamorphisme d'intensité modérée, associés à la mise en place du batholite granitique mancennien.

L'origine de ces granitoïdes mancenniens demeure cependant actuellement très hypothétique dans la mesure où ces granites alumineux ont des caractères similaires à ceux de granites de collision de domaines orogéniques internes, alors qu'ils sont ici intrusifs dans le domaine cadomien externe. Cela pose le problème de la genèse, à savoir quel est le processus qui a pu conduire à une fusion crustale (liaison avec les migmatites de Saint-Malo, ou mise en place de roches basiques en base de croûte ?).

## Paléozoïque

En Normandie et dans le Maine, la surface anté-Grès armoricain est héritée de l'architecture cadomienne mais également du comblement des sillons de cette dernière au cours du Cambrien.

Dans la région étudiée, le socle cadomien restera globalement stable au cours de l'orogénèse hercynienne, seulement déformé sur ses bordures notamment dans le Nord Cotentin et le bassin de Laval, et restant en majeure partie émergé jusqu'à l'Arénig moyen (rares dépôts ponctuels d'âge cambrien sur Mortain). Durant tout le Paléozoïque, on assistera à une succession de transgressions et de régressions sur ce socle protérozoïque, se marquant par une sédimentation en contexte de type plate-forme.

• **Ordovicien.** À partir de l'Arénig moyen, on assiste à la première transgression paléozoïque sur une pénéplaine post-cadomienne dénudée, s'effectuant selon une direction ESE-NNW et marquée dans un premier temps par le dépôt du *Grès armoricain* (fig. 8). Cette vague transgressive atteint son étale de l'Arénig moyen au Llandeilo inférieur avec la Formation des *Schistes du Pissot*, constituée de dépôts de vases noires (avec niveaux oolitiques ferrifères), caractérisant une sédimentation dans un environnement de plate-forme interne.

Le dépôt du *Grès de May* (des sables bien classés, micacés, du Llandeilo supérieur et ? du Caradoc basal) marque le retour à des conditions plus littorales.

Au Caradoc inférieur, les conditions bathymétriques deviennent plus profondes, avec mise en place de sédiments fins, argilo-micacés : les *Schistes du Pont-de-Caen*.

Le sommet de ces sédiments terrigènes fins et marins est envahi à l'Ashgill supérieur (Hirnantien) par la *Tillite de Feuguerolles*, issue en partie de la fonte de glaces flottantes, et témoin d'une glaciation fini-ordivicienne. Le Massif armoricain se trouvait à la fin de l'Ordovicien sous l'influence de la calotte glaciaire du Nord-Ouest de l'Afrique (Beuf *et al.*, 1971).

La mise en place sur ces sédiments du *Grès culminant* (sables marins bien classés, feldspathiques et pyriteux) marque le début d'une transgression eustatique issue de la déglaciation.

- **Silurien.** Au cours du Wenlock et du Pridoli, l'approfondissement des conditions de sédimentation entraîne la raréfaction de la faune benthique, la prolifération de la vie planctonique et le dépôt de schistes ampélitiques (d'étendue et de puissance inconnues) riches en matière organique, assortis d'anomalies positives en strontium, yttrium, chrome et vanadium (Paris *et al.*, 1986). Sur le plan climatique, le climat chaud du Pridoli succède au climat périglaciaire fini-ashgillien.

- **Dévonien.** Les dépôts arénacés de la base du Dévonien puis les calcaires praguiens marquent la fin de l'histoire sédimentaire régionale du Paléozoïque. Cependant, la période exacte de la régression méso-dévonnienne reste indéterminée en raison des phénomènes d'érosion.

Cette lacune du Dévonien moyen et supérieur est généralement interprétée comme correspondant à une période d'émersion liée aux prémices de la phase bretonne (mouvements de compression et de coulissage de la collision continentale sud-armoricaine ; Dissler *et al.*, 1986). Ces mouvements seraient à l'origine de la mise en place des dykes doléritiques présents notamment sur Landivy.

- **Carbonifère.** Au cours du Carbonifère, la région subit les effets des plissements hercyniens (limite Namurien/Westphalien) et des grandes failles inverses régionales. L'orogénèse hercynienne s'achève par une tectonique cassante marquée par une fracturation subméridienne et un rejeu des accidents N110° à N130°E.

## **Permien-Tertiaire**

Aucun dépôt n'a été préservé ou tout du moins reconnu dans la région jusqu'à l'Éocène.

Depuis son émergence au Dévonien moyen, la région est soumise aux agents de l'érosion et de l'altération, dont les effets ont varié en fonction des climats : équatorial au Carbonifère, le climat était chaud au Secondaire et au Tertiaire, avec des périodes sèches notamment au Permien, au Trias et à l'Éocène supérieur.

Au cours de l'Éocène supérieur, le jeu des grands accidents N160°E tardi-hercyniens entraîne, notamment à l'Est dans la région de Domfront, la formation de petits fossés tectoniques alignés sur plus de 45 km (bassin de Céaucé) dans lesquels se mettent en place des sédiments lacustres tels que des argiles, des calcaires à bithynies, d'âge priabonien supérieur. La fracturation N40 à 45°E, très développée dans cette région et affectant l'ensemble des terrains protérozoïques, paléozoïques et mésozoïques, est probablement contemporaine de cette période.

### **Plio-Quaternaire**

À partir du Pliocène s'amorce un refroidissement de plus grande ampleur aboutissant aux grandes glaciations plio-quaternaires. L'alternance de périodes froides et interglaciaires à climat tempéré entraîne un important remodelage du paysage, l'amenant à une configuration proche de celle que nous connaissons actuellement. La succession des phénomènes de gel et dégel se traduit par un déplacement des altérites de toute sorte et par la mise en place de formations de type « head » et de colluvions.

Cette période se marque également par un approfondissement des vallées souligné par un abandon des alluvions à des cotes de plus en plus basses, en liaison avec la baisse du niveau des mers.

Durant cette période froide, les vases et sablons du plateau continental émergé (région du mont Saint-Michel ; fig. 4) sont transportés à l'état de fines poussières par les vents d'Ouest dominants, canalisés par les reliefs topographiques, et déposés sous forme de lœss dans les zones abritées.

## **GÉOLOGIE DE L'ENVIRONNEMENT**

### *OCCUPATION DU SOL*

#### **Sols, végétation et cultures**

La nature des sols est étroitement dépendante de la nature du substrat. Les sols sont en général pour la majorité d'entre eux développés sur des formations d'altération plus ou moins déplacées, solifluées, ou sur des apports éoliens de type lœss, particulièrement développés sur cette zone. Leur différenciation est également étroitement conditionnée par le relief, induit par la nature des roches ou les phénomènes tectoniques. Ils appa-

raissent en effet en général plus évolués dans les zones hautes et planes, moins évolués et caillouteux sur les versants, et à forte tendance hydro-morphe en fond de vallées (faciès à pseudogley).

• **Sols sur formations briovériennes.** L'altération des formations briovériennes (siltites, argilites et grauwackes) conduit à la formation de limons fins argilo-sableux, à dominante argileuse dans la partie ouest de la carte où prédominent les siltites-argilites, et sableuse dans la moitié est de la coupure (zone à grauwackes dominantes). La présence dans certains secteurs, en particulier dans la vallée de la Sélune, d'importants apports loessiques se marque au niveau de ces limons par un enrichissement de la fraction silteuse (mélange limons-loëss). Il faut signaler que dans certaines zones telles que le plateau de Saint-Hilaire-du-Harcouët, la limite entre des limons fins et très argileux, issus de l'altération de faciès argilo-silteux et des limons fins loessiques, peut apparaître très ambiguë et conduire à une surestimation de la puissance des placages loessiques.

Sur ces matériaux, les sols sont bruns lessivés, à bruns acides dans les zones les plus sableuses ou les plus hautes. La couverture forestière n'est que très localement conservée, en particulier au niveau des barres de cornéenne où les sols sont souvent plus évolués et rubéfiés.

Dans cette région d'élevage (bovins pour l'industrie laitière et pour la viande, quelques élevages d'ovins), les sols sont pour partie occupés par des prairies, en particulier dans les fonds de vallées, des pâturages de ray-grass, mais également fortement utilisés pour la culture du maïs (pour le grain ou en ensilage pour le bétail), du blé principalement dans les secteurs très limoneux, et plus accessoirement du colza, du seigle, du sorgho, de l'orge et de l'avoine.

Les sols situés en contexte métamorphique, notamment dans l'auréole des cornéennes, sont (ou étaient, en raison du remembrement) préférentiellement occupés par des vergers plantés en poiriers et pommiers destinés à la fabrication du cidre, du calvados, du pommeau et du poiré (communes de Passais, Mantilly, Le Teilleul, etc.). Outre le facteur physique (zones plus accidentées, plus difficilement exploitables pour la culture céréalière intensive) qui a probablement joué un rôle prédominant dans la distribution de ces vergers, le facteur « sols-nature du substrat » (sols brun-rouge sur Briovérien cornéifié) paraît assez clairement, que ce soit pour le Mortainais ou le Domfrontais, avoir influencé la répartition de ces plantations d'arbres fruitiers (composition chimique différente ? enrichissement en fer ?).

• **Sols sur substrat granodioritique.** Sur le socle, la texture des sols est principalement sableuse (arène granitique) avec boules de granodiorite fréquentes et forte décharge caillouteuse sur les versants. Dans les zones recouvertes de limons loessiques, les sols sont bruns acides à bruns lessivés, et en général utilisés pour la culture du maïs.

La végétation naturelle de ces sols n'est conservée que dans les zones incultivables à forte proportion de blocs de granite. Elle est constituée de chênaie mixte (chêne pédonculé et chêne sessile), de chênaie-hêtraie acidiphile à sous-bois riches en ronces, fougères, houx et genêts, et localement de bouleaux.

- **Sols sur limons loessiques.** Ces sols sont brun jaunâtre à bruns, faiblement lessivés, homogènes et faciles à travailler. Ils sont en majorité utilisés pour la culture des céréales (blé, maïs, avoine, sorgho, orge et seigle).

- **Sols en domaine alluvial.** Les sols sont, au niveau des alluvions anciennes, bruns et argilo-sableux, en majeure partie occupés par des herbages, voire, lorsqu'ils ont été drainés, cultivés en maïs.

### Géographie humaine

La région de Landivy fait partie intégrante de ce que l'on appelle traditionnellement le Bocage normand. Ce paysage observable encore à l'heure actuelle, caractérisé par une multitude de parcelles bordées de haies, a été entièrement façonné par l'homme. Depuis le Moyen-Âge, ce dernier a consciencieusement délimité chaque parcelle de terrain par des haies constituées de chênes, de hêtres, de châtaigniers ou de noisetiers. Les grands massifs forestiers de la région de Landivy ont été en grande partie exploités au siècle dernier lors du développement de l'industrialisation et se limitent actuellement à quelques bois et bosquets.

Depuis les années 1950, ce paysage de bocage tend à se restreindre avec les programmes de remembrement, au profit des grandes surfaces, plus adaptées au matériel agricole actuel et à la politique de culture intensive. Cette politique a malheureusement pour effet de modifier les écosystèmes, d'amplifier les processus d'érosion des sols, d'entraîner par des drainages intensifs un appauvrissement des nappes d'eau superficielles, et de modifier le régime et les effets des vents d'Ouest.

Sur le plan habitat, celui-ci est dans toute la région étroitement lié à la nature du substrat : granitique au niveau des massifs granodioritiques, à base de siltites-grauwackes sur les formations briovériennes, voire doléritique à proximité des grands dykes basiques (ferme de la Pierre sur la commune de Barenton).

Au point de vue ressources, l'économie repose en grande partie sur l'élevage, en particulier sur la production de lait, de viande à boucherie (élevages de bovins et d'ovins), de volailles (quelques élevages) et sur les cultures allant de pair, notamment celle du maïs. Plusieurs usines laitières sont également, par voie de conséquence, installées dans la région (Fougerolles-du-Plessy, Pontmain, Landivy, etc.). Cette région est égale-

ment réputée pour ses cidres, calvados, pommeaux et poirés fabriqués artisanalement ou à l'échelle industrielle (distillerie de Milly). On signalera au sujet de cette production (ainsi que cela avait déjà été fait sur la feuille Domfront), que les vergers à cidre-calvados et poiré se répartissent majoritairement sur les terrains métamorphiques, en particulier les cornéennes.

Sur le plan touristique, cette région est principalement desservie par la N 808 menant au mont Saint-Michel (40 km environ de Saint-Hilaire-du-Harcouët).

### *ÉLÉMENTS DE GÉOTECHNIQUE*

Ces notes ne doivent être prises qu'à titre indicatif dans la mesure où elles sont non exhaustives et ne reposant sur aucune étude spécialisée.

Dans les terrains briovériens, la plupart des terrassements peu profonds peuvent être effectués avec des pelles mécaniques de puissance moyenne, les bancs étant en général très fragmentés en surface. Cependant, dans le cas de terrassements plus profonds ou au niveau de formations plus massives (cornéennes ou grauwackes), l'utilisation de puissants engins de déroctage, voire même d'explosifs, peut s'avérer nécessaire. Les formations d'altération du Briovérien ont en général de mauvaises caractéristiques de portance et de tenue en conditions hydromorphes. Il sera par conséquent recommandé avant toute construction de reconnaître l'épaisseur de la zone d'altération.

Au niveau des massifs granodioritiques, la roche non altérée nécessite généralement l'emploi d'explosifs. Concernant les zones arénisées, les travaux de terrassement peuvent être effectués à l'aide de pelles mécaniques, sous réserve toutefois que ces arènes soient suffisamment développées et pauvres en boules de granite. Avant d'asseoir une construction, il sera par conséquent recommandé de sonder l'arène afin de s'assurer de son homogénéité et d'éviter tout risque de tassements différentiels.

Les limons sont de faible résistance, faciles à décaper mais sujet à des tassements importants et sans aucune tenue à l'état hydromorphe.

Les alluvions anciennes sont également faciles à décaper mais présentent de mauvaises caractéristiques de portance et de tenue de par leur nature très hétérogène, argilo-sableuse à galets.

### *RISQUES NATURELS*

Aucun épïcêtre notoire de tremblement de terre n'a été signalé dans cette région (Vogt et Weber, 1980). Parmi les séismes des régions voisines

ayant quelque peu secoué la région, on signalera celui du 6 octobre 1711 d'intensité MSK estimée entre V et VI à Alençon (d'après les écrits), celui du 2 janvier 1827 (intensité de VI à Alençon), celui du 14 septembre 1866 d'intensité de V et dont l'épicentre était situé à Brenne, et celui du 19 novembre 1927 dont l'épicentre fut localisé à environ 7 km au Sud-Est de Flers avec une intensité de VI.

## RESSOURCES EN EAU

### Hydrologie

Sur la feuille Landivy, les eaux de surface se partagent entre deux grands bassins ou sous-bassins-versants :

- le bassin de la Sélune, orienté vers l'Ouest, concerne la moitié nord-ouest de la feuille ; ses eaux atteignent la Manche, en baie du Mont Saint-Michel ;
- le sous-bassin de la Varenne, orienté vers le Sud, concerne la moitié sud-est de la feuille ; ses eaux rejoignent l'Atlantique *via* la Mayenne, la Maine et la Loire.

La ligne de partage des eaux des deux bassins coïncide avec le tracé de la route nationale 808 qui emprunte la ligne de crête depuis Saint-Mars-d'Égrenne (au Nord-Est), jusqu'à Buais (à l'Ouest) ; elle s'incurve ensuite vers le Sud-Est puis vers le Sud-Ouest, contournant par l'Est les villes de Fougerolles-du-Plessis (à 4 km), La Dorée (à 2 km), pour passer pratiquement sur Saint-Mars-sur-la-Futaie.

### Bassin de la Sélune

La Sélune prend sa source au Nord-Est de la feuille, à 2 km à l'Est de Saint-Cyr-du-Bailleul. Elle se dirige plein Ouest pour rejoindre la baie du Mont Saint-Michel, ce qui lui confère un cours d'un peu plus de 50 km, dont environ 25 km sur la feuille Landivy, entre la source et Saint-Hilaire-du-Harcouët, ville située juste en limite Ouest de la carte.

Sur la feuille Landivy, le bassin de la Sélune se divise en deux sous-bassins-versants.

• **Sous-bassin de la Sélune supérieure** (de la source à Saint-Hilaire-du-Harcouët). Dans cette partie de son cours, la Sélune reçoit successivement en rive droite, le ruisseau de Chenilly, la Cance, la Gueuche, l'Argonce et la Douenne, juste au Nord de Saint-Hilaire-du-Harcouët. L'Argonce jaugé en période d'étiage (sept. 1980) présente un débit instantané de 173 l/s, à la confluence avec la Sélune.

En rive gauche, la Sélune reçoit successivement les ruisseaux de la Francière, du Moulin-de-Pontorsier, de Mesnelle, de la Roulante et de Bahan.

La Sélune supérieure coule sur les schistes et grès du Briovérien, ainsi que les affluents de la rive droite qui ont pris leur source plus au Nord dans les cornéennes de la granodiorite d'Avranches. Les affluents de la rive gauche sont tous issus de la ceinture de cornéennes du massif granodioritique de Passais-Le Horps.

Quelques jaugeages, effectués en période d'étiage (sept. 1980), présentent les débits suivants :

– ruisseau de Bahan : 11,4 l/s après 2 km de cours, juste à la sortie de la granodiorite, puis 73,9 l/s, presque à la confluence, après 9 km de cours, juste à la sortie des cornéennes ;

– ruisseau de la Francière : après 4,5 km de cours, au sortir des cornéennes, il présente un débit de 24 l/s, puis 4 km plus loin, presque à la confluence, après avoir coulé sur les schistes briovériens, il ne dispose plus que de 17 l/s.

Ces observations indiquent que les cornéennes sont la formation la plus productrice, ce qui a par ailleurs été constaté sur l'ensemble des massifs granodioritiques cadomiens du Sud-Manche.

• **Sous-bassin de l'Airon.** L'Airon est constitué de la réunion de la Glaine circulant en limite sud-ouest de la carte, et de la Futaie qui arrose Pontmain. L'Airon se jette dans la Sélune à Saint-Hilaire-du-Harcouët. À 3,5 km de la confluence, il présente un débit de 1 400 l/s (jaugeé le 26 nov. 1973).

En rive droite, venant de Fougerolles-du-Plessis, l'Airon reçoit le ruisseau du Moulin-du-Pré, augmenté des ruisseaux de la Noire-Eau, de la Tabuère, de Goué.

Le sous-bassin de l'Airon est entièrement établi sur la granodiorite de Fougères (excroissance de Pontmain) et sur ses cornéennes.

### **Sous-bassin de la Varenne**

La Varenne, qui coule sur la feuille voisine Domfront, appartient au sous-bassin de la Mayenne. En limite orientale de la feuille, les ruisseaux appartenant au sous-bassin de la Varenne se dirigent plein Est. Il s'agit, du Nord au Sud, des ruisseaux de Rançonnet, de la Pisse, du Chêne-aux-Fées, de Besllay, de l'Aversale. Une rivière un peu plus importante, la Colmont, prend sa source au Sud-Est de Buais, pratiquement au centre de la feuille et rejoint la Varenne beaucoup plus au Sud-Est, à proximité de la ville de Mayenne.

Au Sud de La Dorée, en limite sud-ouest de la feuille, quelques têtes de ruisseaux représentent les drains les plus amont du sous-bassin de l'Ernée, également affluent de la Mayenne.

Tous les drains du sous-bassin de la Varenne coulent sur les granodiorites de Passais–Le Horps et de Fougères, ou sur les cornéennes développées autour de ces massifs cristallins.

## Hydrogéologie

La feuille Landivy comporte essentiellement des aquifères liés au milieu fissuré, et plus modestement au milieu poreux, avec les arènes granodioritiques.

### Le milieu fissuré

Les principales formations géologiques présentes sur la feuille sont les granodiorites cadomiennes, les schistes briovériens métamorphisés à leur contact en cornéennes et schistes tachetés et, au Nord, une petite bande de 2 à 4 km de schistes et grès briovériens sains. Toutes ces roches anciennes, plutôt dures et massives, sont par nature très peu perméables et possèdent une très faible porosité d'interstices ; cependant, les contraintes tectoniques qu'elles ont subi depuis près de 600 Ma ont provoqué de très nombreuses fissures, cassures, fractures où l'eau s'infiltré. L'altération, la dissolution de certains minéraux a souvent amélioré, accentué l'ouverture des fractures qui constituent aujourd'hui un réseau capacitif où peuvent circuler les eaux souterraines. (Il faut aussi noter que l'altération conduit parfois, localement à l'obturation des fractures par accumulation des minéraux argileux.)

Ce type d'aquifère en milieu fissuré est par nature hétérogène et le succès des forages de recherche d'eau est fonction de la densité de fissuration et de fracturation du terrain ou de la rencontre d'une importante fracture drainant la formation en profondeur. L'implantation des forages passe toujours par la recherche d'accidents ou de fractures directement visibles ou suggérés indirectement par des observations morphologiques.

Des méthodes de recherche fondées sur l'observation géologique, sur des mesures géophysiques, ou sur la recherche de points d'émission du gaz radon, permettent d'augmenter de manière significative les probabilités de succès des forages d'eau.

Ainsi, les granodiorites, les schistes et grès briovériens peuvent-ils se conduire localement comme des aquifères aux performances intéressantes, mais ce sont généralement les cornéennes qui assurent les meilleurs débits. Deux éléments appuient cette remarque qui vaut pour tout le secteur mancellien :

- des différentes formations présentes sur la feuille, les cornéennes sont celles qui sont les plus dures, les plus compétentes, donc les plus fracturées, ce qui en fait un aquifère apte à stocker une assez grande quantité d'eau souterraine. Par ailleurs, la multiplicité des fractures assure une meilleure chance de captage de la ressource ;
- l'aquifère en milieu fissuré établi dans les cornéennes est généralement alimenté par les eaux en provenance de petits aquifères installés en milieu poreux dans les arènes de la granodiorite.

### **Le milieu poreux**

Les arènes granodioritiques sont irrégulièrement développées en épaisseur et disposées sans continuité à la surface des massifs cristallins. Leur nature granulaire en fait un milieu poreux susceptible de retenir des eaux souterraines. En fait, il s'y installe de petits horizons aquifères qui sont fréquemment exploités par puits dans les fermes.

Les arènes ont une fonction de tampon entre les eaux de pluie et la recharge de l'aquifère granodioritique fissuré. La masse des arènes immobilise une partie des eaux qui sans cela ruissellerait et serait évacuée par le réseau hydrographique, puis elle réalimente lentement le réseau fracturé de la granodiorite et, en périphérie de massif, le réseau bien drainant des cornéennes.

## **Utilisation des ressources**

### **Sources**

Elles sont nombreuses et apparaissent souvent à la faveur d'une discontinuité dans les formations (contact granodiorites sur cornéennes, base des arènes au contact de la roche saine), mais aussi au sein des granodiorites ou des cornéennes ; dans ce cas, la localisation de la source est généralement liée à une rupture de pente accentuée.

Deux kilomètres à l'Ouest de Savigny-le-Vieux, dans la commune des Loges-Marchis, la source des Heurtaudières (I-0019) est captée dans les schistes briovériens métamorphiques, et utilisée pour l'alimentation en eau potable (A.E.P.) au rythme de  $150 \text{ m}^3/\text{jour}$  voici un peu plus de 20 ans. La source captée dite de la Forêt (I-0018) située à 1 km au Sud de Savigny-le-Vieux, présente les mêmes caractéristiques d'implantation et de débit.

La source de Saint-Berthevin (I-0016), située sur la commune de Parigny, en limite nord-ouest de la feuille, est captée et exploitée pour A.E.P. au débit maximum de  $45 \text{ m}^3/\text{h}$  (en 1983, les prélèvements ont été de  $67\,500 \text{ m}^3$ ).

Les sources de la Sélune à Saint-Cyr-du-Bailleul, (4-0001) sont captées depuis environ 1947 pour un usage A.E.P. ; elles fournissent un débit variant selon les saisons d'environ 1,5 m<sup>3</sup>/h à 4,7 m<sup>3</sup>/h.

D'autres sources sont parfois captées pour des usages collectifs (alimentation de lavoirs et de fontaines communales), ou pour des utilisations par des particuliers (usage domestique lié aux travaux de la ferme).

## Forages

Il n'existe sur cette feuille qu'une cinquantaine d'ouvrages répertoriés, groupant les sondages, forages et les puits. Parmi ces ouvrages, il est peu de forages capables d'assurer des débits importants ; parmi les rares exemples disponibles, citons :

- 5-0510. Le forage A.E.P. de La Dorée (les Barbotières) affiche au soufflage un débit cumulé de 62,3 m<sup>3</sup>/h, pour une profondeur de 82,76 m dans la granodiorite ;
- 1-0022. Le forage A.E.P. de Parigny (Saint-Berthevin) montre au soufflage un débit cumulé de 96 m<sup>3</sup>/h, pour une profondeur de 100 m dans les schistes précambriens ;
- 1-0001. Ce forage à usage industriel (laiterie Préval) était exploité en 1966 au débit de 12 m<sup>3</sup>/h environ ;
- 3-0011. Le forage agricole du Teilleul (la Grande-Haie) révèle un débit cumulé de 8 m<sup>3</sup>/h, pour une profondeur de 14 m, sur un accident à la limite granodiorite/cornéenne.

Citons encore des débits cumulés de 18 m<sup>3</sup>/h pour l'ouvrage 5-0516, 15 m<sup>3</sup>/h pour l'ouvrage 6-6001, 15 m<sup>3</sup>/h pour l'ouvrage 6-6005.

La plupart des forages, ou des sondages exécutés pour recherche d'eau, présentent des débits cumulés inférieurs à 5 m<sup>3</sup>/h.

## Prises d'eau en rivière

La difficulté de trouver les ressources nécessaires dans le domaine souterrain conduit parfois à utiliser les eaux de surface pour un usage d'A.E.P. C'est le cas de la prise en rivière installée à Milly (la Lande) sur le ruisseau du Moulin-Pontorsier (1-0017) ; en 1979, le syndicat utilisateur pompait environ 2 000 m<sup>3</sup> par mois, avec des pointes possibles de 200 m<sup>3</sup>/h.

## Qualité des eaux - Pollution

La pollution principale qui frappe les eaux souterraines est due aux nitrates. Dans les formations cristallines et surtout dans les schistes et grès briovériens, métamorphisés ou non, il est fréquent de constater l'existence

de phénomènes de dénitrification naturelle, généralement en présence de sulfures (pyrite de fer  $\text{FeS}_2$ ) : une bactérie du cycle du soufre s'attaque aux nitrates dont elle brise la molécule libérant l'azote et utilisant une partie de l'oxygène. Il en résulte :

- une disparition presque complète des nitrates ;
- une augmentation importante du taux de fer soluble (bien supérieur à 0,2 mg/l) ;
- l'apparition de sulfates issus des sulfures.

À la lumière de ce phénomène et au regard des analyses chimiques des eaux des forages ou des sources, il est possible de classer les eaux en quatre grands types :

- les *eaux non nitratées* ne contiennent pas de nitrates, pas ou peu de fer et de sulfates. C'est le cas le plus rare : un forage de 52 m de profondeur, à Saint-Mars-sur-la-Futaie (5-0517) pourrait, avec 3,2 mg/l de  $\text{NO}_3$  et 0,05 mg/l de Fe, entrer dans cette catégorie ;
- les *eaux nitratées* contiennent beaucoup de nitrates, pas ou très peu de fer, peu de sulfates. Beaucoup d'ouvrages répondent à cette description ; ce sont plutôt des ouvrages superficiels ou peu profonds :

- 6-6001. Forage de 43 m dans la granodiorite à Saint-Mars-sur-la-Futaie : 103 mg/l de  $\text{NO}_3$  et 0,03 mg/l de Fe,
- 5-0513. Puits de 7,5 m dans la granodiorite, à Saint-Mars-sur-la-Futaie : 93,2 mg/l de  $\text{NO}_3$  et 1,55 mg/l de Fe.

Plusieurs autres forages situés sur la même commune, présentent les mêmes caractéristiques d'eaux nitratées ;

- les *eaux dénitrifiées* présentent très peu ou pas de nitrates, une teneur en fer élevée (bien supérieure à 0,2 mg/l), et des sulfates assez abondants :

- 1-0022. Ce forage de 100 m à Parigny (Saint-Berthevin) présente des caractéristiques de dénitrification naturelle évidentes : 2 mg/l de  $\text{NO}_3$ , 2,28 mg/l de Fe et 17 mg/l de  $\text{SO}_4$ ,
- 7-6004. Ce forage de 70 m à Vieuvy (la Cotentinière), ne révèle que 3 mg/l de  $\text{NO}_3$  pour 2,5 mg/l de Fe, dénitrification naturelle caractérisée ;

- les *eaux mélangées* sont souvent celles des forages mal protégés, le plus souvent par défaut de cimentation en tête d'ouvrage. Ceci conduit à un mélange des eaux les plus profondes, dénitrifiées, avec les eaux de surface, voire d'infiltration, chargées de nitrates ; ces eaux présentent donc à la fois des teneurs importantes en nitrates, en fer et à un moindre égard en sulfates. Cette notion d'eaux mélangées concerne des ouvrages assez profonds, et peut s'appliquer à l'ouvrage suivant :

- 5-0504. Sondage de 51 m pour A.E.P. à La Dorée (les Barbotières), avec 33 mg/l de  $\text{NO}_3$ , mais aussi 1,2 mg/l de Fe,

Les ouvrages 5-0513, 3-0002 et 1-0018 présentent des caractères voisins, mais ce sont des sources ou des puits superficiels auxquels la notion

d'eaux mélangées s'applique mal car le facteur profondeur lié à la dénitrification naturelle est absent.

Les eaux souterraines sont également sujettes à des risques de pollution par les nombreux produits de traitements phytosanitaires (pesticides et produits apparentés : atrazine, simazine en particulier) ainsi qu'aux pollutions bactériologiques héritées de la concentration des élevages bovins, porcins et avicoles.

### *SUBSTANCES UTILES, CARRIÈRES*

La région a été à l'échelle industrielle très peu exploitée pour les matériaux (tabl. 11). On signalera cependant :

- au niveau des cornéennes (pour granulats), la carrière des Champs-Gobaux, en cours d'exploitation, sur la commune de Ferrières et celle de la Boulaie au bord de l'Airon (près de Savigny-le-Vieux) ;
- au niveau des dolérites (pour granulats), la carrière de la Butte-Chopeau sur la commune de Saint-Siméon, actuellement abandonnée apparemment en raison de la dureté de la roche ;
- au niveau des granodiorites, la carrière abandonnée de la Tréguillère (commune de Landivy). Les grandes carrières de « granite bleu » de Louvigné-du-Désert ne se trouvent à titre indicatif qu'à quelques kilomètres plus à l'Ouest.

De nombreuses excavations d'ordre artisanal ont été répertoriées dans les granodiorites et notamment dans le bois du Tertre près du Teilleul (pierre pour la construction et l'empierrement des cours de fermes et chemins, et sable) et dans les formations briovériennes (construction, cours et chemins).

Les anciennes « marnières » ouvertes dans les siltites et grauwackes sont très fréquentes et jalonnent tout du long les grands accidents doléritiques. Ces excavations datant du siècle précédent et pouvant atteindre une dizaine de mètres de profondeur, avaient pour principal objectif l'extraction de siltites, argilites et grauwackes décomposées, enrichies en calcium au contact des filons basiques et utilisées pour amender les champs. La dolérite n'était, vu sa dureté, exploitée que très accessoirement (construction).

### *GÎTES MINÉRAUX*

Aucun indice minéral n'est répertorié dans la B.S.S (banque de données du sous-sol). Les différents travaux de prospection réalisés au cours de ces vingt-cinq dernières années sur le territoire national, dans le cadre de l'Inventaire minier de la France n'ont pas permis jusqu'à présent de mettre

en évidence des indices exploitables (Letalenet, 1981 ; Callier *et al.*, 1992).

La prospection géochimique stratégique a fait ressortir quelques petites anomalies ponctuelles mono- ou polymétalliques à *Pb-Sn* (Saint-Auvieu, au Sud-Ouest de Saint-Mars-d'Égrenne), *Pb-Ag* (l'Auvrais) et *Pb* (la Gilotière), toutes deux au Sud-Ouest de Savigny-le-Vieux, *Pb-Zn* (la Giroisière, en limite Nord-Est de la carte), *Pb-Cu-As-(Zn)* (Montcocher, au Sud de Saint-Siméon) et *Ba* dans la région de Meslé (au Sud-Est de Barenton) (Letalenet, 1981). Au niveau de la prospection alluvionnaire, quelques traces de *cassitérite* (Sn) ont été observées dans les granodiorites de Buais et de Fougères ainsi que de la *chromite* à proximité du dyke doléritique de Saint-Siméon. La *monazite* alluvionnaire est également présente mais strictement limitée au pointement granitique situé entre Landivy et Pontmain.

Quelques points d'*or* alluvionnaire ont également été observés, principalement dans le Briovérien, notamment entre Saint-Symphorien et Lapenty, et au Sud de Barenton. Aucune anomalie particulière n'a été enregistrée au niveau des fermes de l'Oriais et de l'Orinière (Savigny, Saint-Symphorien et Moulines) malgré la toponymie de ces lieux. On signalera cependant au niveau des bâtiments de la ferme de l'Orinière (Savigny) la présence de blocs de quartz filonien très sulfurés dont l'origine, probablement locale, reste malheureusement inconnue.

On retiendra également dans le secteur des fermes de la Véderie-la Métairie-la Gauterie (au Nord de Désertines, en bordure de la rivière Colmont), une anomalie à *Sb-Pb* située à proximité d'un point à *or* et d'une anomalie à *As* et se superposant à des structures filoniennes quartzeuses NNW-SSE pouvant atteindre 10 m de puissance (la Métairie). Ce champ filonien quartzeux, très bien marqué dans la région de Désertines, se poursuit au Nord au-delà du massif de Buais dans la région du Teilleul.

## DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

### PRÉHISTOIRE ET ARCHÉOLOGIE

Deux sépultures mégalithiques ont fait l'objet de fouilles sur la feuille Landivy :

- l'une localisée sur la commune de Passais au Sud de la ferme du Domaine et correspondant au dolmen de la Table au Diable ;
- la seconde localisée sur la commune de Saint-Mars-sur-la-Futaie, correspondant au dolmen de la Louvetière.

Ce dernier a été complètement remis en état au cours des fouilles réalisées en 1990 et 1991 par la direction régionale des Antiquités. Lors de ces recherches, plusieurs objets ont pu être mis à jour, notamment : du matériel céramique, c'est-à-dire des fragments de poterie dont des tessons campaniformes et des fragments de poterie avec des formes et décors correspondant à des vases à fond plat et à paroi subverticale ; des fragments de tuile ou de brique ; du matériel lithique, notamment des lames ou fragments de lame en silex gris foncé, brutes de débitage, des lames retouchées et aménagées en pointe, des pointes de flèche à pédoncule et ailerons triangulaires, des haches polies en dolérite, une pendeloque, un couteau à dos en silex blond, une flèche à pédoncule et ailerons équarris et une armature tranchante (fragment de lame cassé d'un côté). Du matériel post-néolithique a également été découvert, notamment des morceaux de tuile ou brique, des tessons de poterie médiévale, et un flan de cuivre ou bronze.

Les différents objets trouvés au voisinage de ce dolmen lui confèrent un âge néolithique final.

Outre ces fouilles, de fréquents objets ont pu être observés lors du levé géologique, en particulier :

- une pointe de flèche triangulaire en silex blanc à pédoncule et ailerons sur la commune de Saint-Cyr-du-Bailleul ;
- de fréquentes haches polies en dolérite, entières ou en morceaux, localisées en majorité au voisinage des grands filons de dolérite qui ont servi de matériaux de base à la fabrication de ces outils. Une vingtaine de haches ont pu être observées chez des agriculteurs, sur les communes de Fougerolles, du Teilleul, de La Dorée, de Landivy, de Saint-Roch-sur-Égrenne, de Barenton, de Savigny et de Rouellé ;
- des éclats divers de silex dont certains correspondant à des grattoirs probables, à des ébauches de pointes de flèche ou de lames. Quelques nucléus en silex ont également été trouvés ;
- quelques haches en silex ont été observées en particulier dans la vallée de la Sélune.

Ces informations, notamment des photos de haches polies, ont été transmises à la direction régionale des Affaires culturelles à Caen.

On remarquera sur le plan géographique, outre la relation étroite existant entre les haches polies en dolérite et les filons doléritiques, la distribution préférentielle des objets en silex dans la vallée de la Sélune qui paraît par conséquent avoir été à cette époque de la préhistoire un axe de circulation privilégié.

### AFFLEUREMENTS REMARQUABLES

Quelques points d'affleurements remarquables, caractérisés sur la carte par un astérisque et numérotés, sont donnés ici à titre indicatif.

1. Commune de Savigny-le-Vieux, entre les fermes de la Boulaie et les Perfolais : carrière abandonnée avec cornéennes à gros yeux de cordiérite (S0 = N40-60NW).
2. Route D 3 entre Landivy et Les Loges-Marchis, à proximité du Pont-Juhel : affleurements le long de la route et ancienne carrière avec cornéennes œillées.
3. Route entre Pontmain et le Pont-Dom-Guerin au Nord, près de la ferme de la Garenne : carrière abandonnée avec granodiorite saine à biotite et cordiérite.
4. Sur la D 46 entre Fougerolles-du-Plessis et Buais, au Nord de la ferme de la Fiolais : carrière abandonnée avec granodiorite à biotite et cordiérite.
5. Commune de Ferrières. Carrière en exploitation des Champs-Gobaux : cornéennes tachetées et cornéennes à grain fin, à débit subardoisier.
6. D 122, entre Fougerolles et Landivy, au carrefour du chemin menant à la ferme du Bas-Marcilly : affleurement montrant les cornéennes recoupées par un petit filon doléritique.
7. Commune de Fougerolles-du-Plessis, route passant devant la laiterie Besnier : affleurement avec filon de dolérite recoupant les cornéennes.
8. Massif dit « du bois du Tertre » au Nord-Est du Teilleul, sur la D 34 : carrière abandonnée dans un petit massif boisé avec granodiorite à biotite et cordiérite.
9. Au Nord de Mantilly, sur la route menant à la ferme de la Haute-Lande, au niveau du ruisseau du Pont-Barrabé : carrière abandonnée avec dyke doléritique recoupant la granodiorite à biotite et cordiérite.
10. Sur la D55, au Nord de Passais, au niveau du ruisseau du Pont-Barrabé près de la ferme de l'Hôtel-Pilon : carrière abandonnée dans la granodiorite.
11. À l'Ouest de Vicuvy, à proximité du carrefour entre la D 155 et le chemin menant à la ferme de la Monneraie : carrière abandonnée montrant la granodiorite à biotite et cordiérite recoupée par un filon de leucogranite.
12. Au Sud-Ouest de La Dorée, sur un chemin forestier entre les fermes de Valandre et la Barbotière : carrière abandonnée permettant d'ob-

server le contact très peu redressé entre la granodiorite et les cornéennes limitées ici à environ 3 m de puissance.

On trouvera des renseignements complémentaires dans le *guide géologique régional : Normandie* par F. Doré, P. Juignet, C. Larsonneur, M. Rioult (Paris : Masson, 1977).

### BIBLIOGRAPHIE

- BALÉ P., BRUN J.P. (1983) - Les chevauchements cadomiens de la baie de Saint-Brieuc (Massif armoricain). *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 297, p. 359-362.
- BÉBIEN J., GAGNY C., ROCCI G. (1980) - La place du volcanisme dévonodinantien dans l'évolution magmatique et structurale de l'Europe moyenne varisque au Paléozoïque. 26<sup>e</sup> Congr. géol. intern., Paris, colloque C6 : Géologie de l'Europe, p. 213-225.
- BEUF S., BIJU-DUVAL B., CHARPAL O. (DE), ROGNON P., GARIEL P., BENNACEF A. (1971) - Les grès du Paléozoïque inférieur au Sahara. Sédimentation et discontinuités. Évolution structurale d'un craton. Publ. Inst. fr. pétrole, 18, 464 p.
- BEURRIER M., VILLEY M., ENOUF C., DORÉ F., KUNTZ G., LANGEVIN C., LAUDRIDOU J.P. (1983) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Flers-de-l'Orne (211). Orléans : BRGM. Notice explicative par A. Bambier, M. Beurrier, F. Doré, C. Enouf, G. Kuntz, C. Langevin, J.P. Lautridou, M. Rioult, G. Verron, M. Villey (1983), 44 p.
- CALLIER L., HUSSON Y., LEDUC C. (1992) - Synthèse du domaine mancellien en Basse-Normandie. Rapport BRGM 35284 DL/N DMM 92.
- CHANTRAINE J., CHAUVEL J.J., DUPRET L., GATINOT F., ICART J.C., LE CORRE C., RABU D., SAUVAN P., VILLEY M. (1982) - Inventaire lithologique et structural du Briovérien (Protérozoïque supérieur) de la Bretagne centrale et du Bocage normand. *Géologie de la France*, 1, n° 2-3, p. 3-17, 6 pl. h.-t.
- CHANTRAINE J., CHAUVEL J.J., BALÉ P., DENIS E., RABU D. (1986) - Le Briovérien (Protérozoïque) de Bretagne. In « Géodynamique du Massif armoricain ». Réunion R.C.P. 705 (Paris, 13 oct. 1986), 1 p.
- CHANTRAINE J., CHAUVEL J.J., BALÉ P., DENIS E., RABU D. (1988) - Le Briovérien (Protérozoïque supérieur à terminal) et l'orogénèse cadomienne en Bretagne (France). *Bull. Soc. géol. Fr.* (8), t. IV, n° 5, p. 815-829.
- CHAURIS L., DANGEARD L., GRAINDOR M.J., LAPPARENT A. (DE) (1956) - Les principaux batholites granitiques du bocage normand sont antérieurs à la transgression cambrienne. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 243, p. 77-79.

- COGNÉ J. (1972) - Le Briovérien et le cycle orogénique cadomien dans le cadre des orogènes fini-cambriens. Coll. international CNRS, n° 192. (Agadir-Rabat, 3-23 mai 1970).
- CORPEL J., DEBÉGLIA N., GROS Y., THOUVENIN J.M. (1985) - Rapport BRGM 85 SGN 191 GEO, 81 p.
- DADET P., BELLION G., ESTÉOULE-CHOUX J., LE HERISSÉ A., PARIS F., MAROT A. (1981) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Fougères (283). Orléans : BRGM. Notice explicative par P. Dadet, J. Estéoule-Choux, F. Paris, J. Guigues, M. Beurrier (1981), 38 p.
- DADET P., LAUTRIDOU J.P., BEURRIER M., LE MÉTOUR J. (1983) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Saint-Hilaire-du-Harcouët (247). Orléans : BRGM. Notice explicative par P. Dadet, M. Beurrier, J.P. Lautridou (1984), 26 p.
- DISSLER E., DORÉ F., DUPRET L., GRESSELIN F., LE GALL J. (1986) - Le socle cadomo-varisque du Nord-Est du Massif armoricain : évolution géodynamique. Réunion R.C.P. 706 (Paris, 13 oct. 1986), 1 p.
- DORÉ F. (1972) - La transgression majeure du Paléozoïque inférieur dans le NE du Massif armoricain. *Bull. Soc. géol. Fr.* (2), XIV, p. 199-211.
- DORÉ F., LE GALL J., DUPRET L., CHALOT-PRAT F. (1977) - Carte géol. France (1/50 000), feuille La Ferté-Macé (250). Orléans : BRGM. Notice explicative par F. Doré, L. Dupret, J. Le Gall, F. Chalot-Prat (1977), 31 p.
- DORÉ F., LE GALL J., KUNTZ G., RIOULT M., VÉRAGUE J. (1981) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Alençon (251). Orléans : BRGM. Notice explicative par C. Dassibat, F. Doré, G. Kuntz, J. Le Gall, M. Rioult, G. Verron, A. Bambier, J. Vérague (1982), 70 p.
- DORÉ F., DUPRET L., LE GALL J. (1985) - Tillites et tilloïdes du massif armoricain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, t. 51, p. 85-86.
- DORÉ F., LE GALL J., DUPRET L., GIORDANO R., LEBERT A. (1986) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Villaines-la-Juhel (286). Orléans : BRGM. Notice explicative par F. Doré, L. Dupret, J. Le Gall, A. Lebert, J.M. Lutzler (1987), 54 p.
- DUPRET L. (1983) - Le Protérozoïque du NE du massif armoricain. *In* V. Zoubeck (édit.) : « Précambrien in younger fold belt ».
- DUPRET L., LE GALL J. (1984) - Intensité et superposition des schistogénèses cadomiennes et varisques dans le Nord-Est du Massif armoricain. 10<sup>e</sup> réun. ann. sci. Terre, Bordeaux, p. 200.
- ÉGAL E., LE GOFF É. (1994) - Structuration du domaine cadomien de Bretagne (France). *In* « La chaîne cadomienne nord-armoricaine et ses prolongements ». Séance spéc. Soc. géol. Fr. (Rennes, 6-7-8 septembre 1994).

- FOUILLAC A.M., COCHERIE A., ROSSI P., CALVEZ J.Y., AUTRAN A. (1986) - Étude géochimique du batholite mancellien. Rapport BRGM 86 DT037 MGA.
- GARLAN T. (1985) - Sédimentologie du Briovérien supérieur de Normandie et du Maine. Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Caen, 166 p.
- GRAINDOR M.J. (1965) - Géologie de l'extrémité orientale du Massif armoricain (feuille d'Alençon au 80 000<sup>e</sup>). *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, 274, LX, 130 p.
- GRAVIOU P., AUVRAY B. (1985) - Caractérisation pétrographique et géochimique des granitoïdes cadomiens du domaine nord-armoricain : implications géodynamiques. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 303, sér. II, p. 315-318.
- GUERROT., PEUCAT J.P., DUPRET L. (1989) - Données nouvelles sur l'âge du système briovérien (Protérozoïque supérieur dans le nord du Massif armoricain). *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 308, sér. II, p. 89-92.
- HÉBERT R. (1993) - Évolution tectonométamorphique d'un arc insulaire au Protérozoïque supérieur : le domaine de Saint-Brieuc (Massif armoricain). Documents BRGM, 228, 356 p.
- JEANNETTE D. (1971) - Analyse tectonique de formations précambriennes. Étude du Nord-Est de la Bretagne. Thèse État, Strasbourg, 251 p.
- JONIN M. (1973) - Les différents types granitiques de la Mancellia et l'unité du batholite manceau (Massif armoricain). *C.R. Acad. Sci.*, Paris, 277, p. 281-284
- JONIN M., (1981) - Un batholite fini-cambrien, le batholite mancellien (Massif armoricain, France) ; étude pétrographique et géochimique. Thèse État, univ. Bretagne occidentale (Brest), 319 p.
- JONIN M., VIDAL P. (1975) - Étude géochronologique des granitoïdes de la Mancellia, Massif armoricain, France. *Canad. J. Earth Sci.*, 12, p. 920-927.
- KLEIN C. (1973) - Massif armoricain et Bassin parisien : contribution à l'étude géologique et géomorphologique d'un massif ancien et de ses enveloppes sédimentaires. Publ. univ. Strasbourg. Fond. Baulig, 12, 882 p.
- KUNTZ G., MÉNILLET F., LE GALL J., RIOULT M., CALLIER L., PELLERIN J., LA QUERRIÈRE P. (DE), VAUTRELLE C., VERRON G. (1989) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Argentan (212). Orléans : BRGM, 99 p. Carte géologique par F. Ménillet, J. Gérard, J. Le Gall, F. Doré, L. Callier, G. Kuntz, M. Rioult, J. Pellerin (1989).
- LAOUEANAN J.P. (1983) - Les leucogranites de la marge nord de la Mancellia (Massif armoricain) dans leur cadre structural. Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Caen, 188 p.
- LAPPARENT A. (DE) (1877) - Sur le granite du Mont-Saint-Michel et sur l'âge du granite de Vire. *Bull. Soc. géol. Fr.* (3), t. VI, p. 143-147.

- LAUTRIDOU J.P. (1985) - Le cycle périglaciaire pléistocène en Europe du Nord-Ouest et plus particulièrement en Normandie. Éd. Centre géomorphologie CNRS, Caen, 908 p.
- LAUTRIDOU J.P. (1991) - Les sables de couverture weichséliens de la baie du Mont-Saint-Michel (France). *Z. Geomorph.* N.F, suppl. Bd. 90, p. 123-130.
- LE CORRE C. (1977) - Le Briovérien de Bretagne centrale : essai de synthèse lithologique et structurale. *Bull. BRGM*, sect. 1, p. 219-254.
- LE CORRE C., AUVRAY B., BALLÈVRE M., ROBARDET M. (1991) - Le Massif armoricain. *Sci. géol.*, bull. 44, 1-2, p. 31-103.
- LE GALL J., BARRAT J.A. (1987) - Pétrologie du magmatisme tardi-cadomien du domaine nord-armoricain : l'exemple des complexes basiques et ultrabasiques d'Ernée et de Trégomar. *Géologie de la France*, n° 1, p. 3-22, 15 fig., 6 tabl.
- LE GALL J., MARY G. (1983) - Place et signification du complexe basique de Brée et des autres venues gabbroïques et doléritiques dans l'histoire cadomo-varisque de l'Est du Massif armoricain. *Bull. Soc. géol. minéral. Bretagne*, (C), 15, 2, p. 169-180.
- LETALENET J. (1981) - Prospection géochimique Landivy. Vendée-Bretagne. Zone H. Rapport BRGM GMX / GCA INV.081.
- LEUTWEIN F., SONET J., ZIMMERMANN J.L. (1968) - Géochronologie et évolution orogénique précambrienne et hercynienne de la partie nord-est du Massif armoricain. *Sci. de la Terre*, mém. n° 11, 84 p.
- LEUTWEIN F., SONET J., ZIMMERMANN J.L. (1972) - Dykes basiques du Massif armoricain septentrional. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, sér. D, t. 275, p. 1327-1330.
- MÉNILLET F., VILLEY M., TRAUTMANN F., FOURNIGUET F., LANGEVIN C., LAOUENAN J.P., LAUDRIDOU J.P., WALKER P. (1987) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Mortain (210). Orléans : BRGM. Notice explicative par F. Ménillet, F. Trautmann, J. Fourniguët, D. Janjou, C. Langevin, J.P. Lautridou, P. de La Querrière, C. Vautrelle, G. Verron (1987), 70 p.
- MÉNILLET F., GÉRARD J., LE GALL J., DORÉ F., CALLIER L., KUNTZ G., RIOULT M., PELLERIN J. (1989) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Argentan (212). Orléans : BRGM. Notice explicative par G. Kuntz, F. Ménillet, J. Le Gall, M. Rioult, L. Callier, J. Pellerin, P. de La Querrière, C. Vautrelle, G. Verron (1989), 99 p.
- PARIS F., ROBARDET M., DABARD M.P. (1986) - Les milieux noirs du Paléozoïque inférieur armoricain dans leur contexte nord-gondwanien. Documents BRGM, 110, p. 259-275.
- PASTEELS P., DORÉ F. (1982) - Ages of the Vire-Carolles granits. *In* G.S. Odin (éd.) « Numerical dating in stratigraphy », p. 784-790.

- ROBARDET M. (1981) - Évolution géodynamique du Nord-Est du Massif armoricain au Paléozoïque. Mém. Soc. géol. minéral Bretagne, 20, 342 p.
- STRECKEISEN A. (1973) - Plutonic rocks. Classification and nomenclature recommended by the IUGS Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks. *Geotimes*, vol. 18, n° 10, p. 26-30.
- VERNHET Y., DHELLEMES R., DORÉ F., ENOUF C., LAUTRIDOU J.P., VERRON G. (1996) - Carte géol. Fr. (1/50 000), feuille Domfront (249). Orléans : BRGM. Notice explicative par Y. Vernhet, F. Doré, J.P. Lautridou, H. Talbot, G. Verron, R. Dhellemmes, C. Enouf (1995), 106 p.

### **Documentation cartographique**

- Carte géologique du département de l'Orne par E. Blavier (1840)
- Carte géologique du département de la Mayenne par E. Blavier (1837)
- Carte géologique du département d'Ille-et-Vilaine par M. Massieu (1866)
- Carte géologique du département de la Manche par E. Vieillard (1880)
- Carte géologique de la France à 1/80 000, feuille *Avranches*, 1<sup>re</sup> édition (1882) par A. Pottier, A. de Lapparent ; 2<sup>e</sup> édition (1942) par H. Matte ; 3<sup>e</sup> édition (1970) par M.J. Graindor, M.M. Roblot.
- Carte sismotectonique de la France à 1/1 000 000 (1980) par J. Vogt, C. Weber

### *DOCUMENTS CONSULTABLES*

La banque de données du sous-sol du BRGM détient l'inventaire des sondages et autres ouvrages souterrains exécutés dans le périmètre de la feuille et archive régulièrement les nouveaux travaux. Les documents peuvent être consultés :

- pour l'Orne et la Manche, au service géologique régional Basse-Normandie, Citis « Le Pentacle », av. de Tsukuba, 14209 Hérouville-Saint-Clair Cedex ;
- pour l'Ille-et-Vilaine, au service géologique régional Bretagne, centre d'affaires Le Bignon, 4b, rue du Bignon, 35000 Rennes ;
- pour la Mayenne, au service géologique régional Pays-de-Loire, 10, rue Henri-Picherit, 44071 Nantes Cedex 03 ;
- ou encore au BRGM, Maison de la Géologie, 77, rue Claude-Bernard, 75005 Paris.

## AUTEURS

Yann VERNHET, ingénieur géologue au BRGM : introduction, description des terrains (Briovérien, roches filoniennes, Quaternaire et formations superficielles), évolution tectono-métamorphique, géologie de l'environnement (sauf ressources en eau), préhistoire et archéologie.

Philippe CHÈVREMONT, ingénieur géologue au BRGM : description des terrains plutoniques du Protérozoïque supérieur.

Y. VERNHET, P. CHÈVREMONT : description des dolérites, conditions de formation des entités géologiques, évolution tectono-métamorphique, synthèse géodynamique régionale.

Claude LANGEVIN, ingénieur géologue au BRGM : ressources en eau.

Coordination : Y. VERNHET.

**ANNEXES**

Type	Indifférenciés	Leucogranites à grain moyen à grossier						Leucogranites à grain fin à tendance aplitique					
Localisation	Mancellia septentrionale	Mont Buon (SE Saint-Poix)			Mont Furgon Mont d'Eron			Massif de St-Barthélémy	Les Landes (Vengeons)	La Vallette - La Noë Aubay (Le Fresne-Poret)			La Bélière Vieval (E Ger)
Échantillons	Moyenne (35 éch.)	MGO15	V4	MGO16	MGO4	248	MGO7	MGO3	253	256	257	258	260c
SiO <sub>2</sub>	74,80	74,70	75,80	76,90	74,60	74,30	71,90	75,20	72,80	75,00	73,40	73,70	74,90
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,90	14,10	13,74	12,90	14,00	14,00	15,50	13,70	15,10	14,20	14,70	14,70	13,20
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total	1,10	0,80	0,76	0,30	0,80	1,10	1,10	1,10	1,40	1,70	1,40	1,30	1,10
MnO	0,02		0,01										
MgO	0,20	0,10	0,17	0,10	0,10	0,20	0,10	0,10	0,30	0,30	0,20	0,10	0,30
CaO	0,25	0,10	0,32	0,10	0,10	0,20	0,10	0,10	0,50	0,20	0,30	0,40	0,20
Na <sub>2</sub> O	3,55	4,00	3,48	2,60	4,00	3,30	3,80	3,30	3,90	2,80	3,70	3,80	3,40
K <sub>2</sub> O	4,60	4,80	4,56	5,60	4,60	4,90	5,40	4,80	4,50	4,50	4,50	4,30	4,50
TiO <sub>2</sub>	0,10	0,10	0,05	0,20	0,20	0,10	0,20	0,20	0,10	0,20	0,10	0,10	0,10
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,50		0,96										
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,10		0,09										
<b>Total</b>		<b>98,70</b>	<b>99,94</b>	<b>98,70</b>	<b>98,40</b>	<b>98,10</b>	<b>98,10</b>	<b>98,50</b>	<b>98,60</b>	<b>98,90</b>	<b>98,30</b>	<b>98,40</b>	<b>97,70</b>

Tableau 1 – Composition chimique de leucogranites de la Mancellia septentrionale (d'après Laouenan, 1983 ; échantillon V4 d'après Jonin, 1981)

	Massif d'Athis		Massif de La Ferté-Macé	Ensemble des granodiorites mancelliennes	
	A2	A10	la Raitière	Moyenne sur 28 échantillons	Écart-types
Quartz	30	28	31	30,5	2,1
Feldspath potassique	15,5	14,5	16	14,6	5,8
Plagioclase	33,5	33	30	34,4	5,2
Biotite chloritisée	12	11,5	11	13,8	2,9
Cordiérite phyllitisée	4	8	7	2,9	3,1
Muscovite	3	3,5	4	3,2	2,6
Divers	2	1,5	1	1	0,8

A2 : Sainte-Croix-sur-Orne ; A10 : entre le Ménil-Jean et La Fresnaye-au-Sauvage ; la Raitière : carrières à 1 km à l'Ouest du Champ-de-la-Pierre.

**Tableau 2 - Analyses modales au compteur de points de granodiorites mancelliennes (d'après Jonin, 1981).**

	Ensemble du batholite mancellien		Massif d'Athis A2	Massif de La-Ferté-Macé Fm4
	Granodiorite type Vire (moyenne de 19 éch.)	Écart-type		
SiO <sub>2</sub>	67,80	1,10	66,40	66,80
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,07	0,31	15,41	14,95
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total	4,56	0,60	5,45	5,75
MnO	0,06	0,01	0,07	0,06
MgO	1,56	0,30	1,91	1,86
CaO	1,70	0,22	1,51	1,44
Na <sub>2</sub> O	3,24	0,25	3,04	2,70
K <sub>2</sub> O	3,93	0,29	3,57	3,64
TiO <sub>2</sub>	0,62	0,11	0,53	0,69
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,85	0,25	1,60	1,32
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,11	0,07	0,16	0,16
TOTAL	99,50		100,00	99,37

A2 : Sainte-Croix-sur-Orne ; Fm4 : le-Champ-de-la-Pierre, la Raitière.

**Tableau 3 - Teneurs en éléments majeurs (en %) de granodiorites mancelliennes (d'après Jonin, 1981)**

N° Échantillon	S14	S17	L5	L11
SiO <sub>2</sub>	68,30	67,00	67,30	66,50
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,09	15,35	15,40	15,85
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total	4,74	5,04	5,70	5,55
MnO	0,04	0,04	0,05	0,06
MgO	1,66	1,74	1,83	1,81
CaO	0,66	0,42	0,96	0,60
Na <sub>2</sub> O	2,67	2,58	2,80	2,88
K <sub>2</sub> O	3,71	3,71	3,68	3,70
TiO <sub>2</sub>	0,67	0,70	0,60	0,83
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	1,72	2,16	1,56	1,10
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,19	0,25	0,13	0,10
Total	99,45	98,99	100,01	98,98

L5 : carrière abandonnée, N 808, la Beuchardière, Sud-Est Saint-Symphorien-des-Monts (50) ; L11 : carrière abandonnée, sortie est de Saint-Fraimbault (60) sur D 542 ; S14 et S17 : voir figure 7

Tableau 4 - Teneurs en éléments majeurs (en %) de granodiorites du massif de Passais-Le Horps (d'après Jonin, 1981)

	PF %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	CaO %	MgO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	TiO <sub>2</sub> %	MnO %
LD01	0,73	0,20	68,31	15,05	4,64	2,33	1,27	3,55	3,71	0,68	0,07
LA5C03	1,84	0,17	65,17	15,81	6,02	1,23	1,99	2,75	3,52	0,82	0,07
LA7B01	2,30	0,20	64,30	17,14	4,45	0,27	1,75	3,42	4,37	0,89	0,03
LA7C27	0,88	0,27	75,00	13,20	1,12	0,31	-0,20	3,63	4,34	0,08	0,04
	Y g/t	La g/t	Ce g/t	Pr g/t	Nd g/t	Sm g/t	Eu g/t	Gd g/t	Tb g/t		
LD01	39,4	44,5	97,1	11,2	43,1	8,9	1,4	8,5	1,4		
LA5C03	42,5	51,8	110,9	12,6	48,2	9,7	1,7	10,0	1,6		
LA7B01	40,7	47,1	105,0	12,5	46,6	10,0	1,9	9,4	1,6		
LA7C27	11,3	5,1	10,6	1,3	5,1	1,2	0,2	1,4	0,3		
	Dy g/t	Ho g/t	Er g/t	Tm g/t	Yb g/t	Lu g/t	Zr g/t	Nb g/t	Hf g/t		
LD01	8,0	1,4	4,1	0,6	4,0	0,6	322	26,9	9,2		
LA5C03	8,8	1,6	5,0	0,7	4,4	0,7	327	25,0	9,4		
LA7B01	9,1	1,6	4,9	0,7	4,2	0,6	341	26,6	9,3		
LA7C27	2,0	0,4	1,4	0,2	1,7	0,2	48	12,6	2,1		
	Th g/t	Ta g/t	U g/t	Rb g/t	Ni g/t	Cr g/t	V g/t	Sr g/t	Ba g/t	Co g/t	Li g/t
LD01	16,2	1,8	6,8	186	18	50	45	96	656	10	54
LA5C03	18,5	1,9	4,5	177	38	79	90	69	658	14	50
LA7B01	17,1	1,9	5,2	181	38	100	104	56	913	10	44
LA7C27	2,2	2,0	6,8	312	21	33	10	6	105	-5	11

LD01 : granodiorite à biotite - carrière de Louvigné-du-Désert  
 LA5C03 : granodiorite à biotite et cordiérite, légèrement porphyroïde  
 LA7B01 : granodiorite à biotite et cordiérite ; faciès apical contaminé par le Briovérien  
 LA7C27 : leucogranite à muscovite (et cordiérite)

Tableau 5 - Analyses ICP/MS (majeurs et traces) sur les granitoïdes de la feuille Landivy (BRGM, août 1996)

	Granodiorites mancelliennes	V6	Aplites et leucogranites
Ba	395 à 765	745	15 à 150
Sr	48 à 155	134	7 à 67
Rb	122 à 189	157	118 à 318
Li	32 à 100	57	8 à 39

V6 : Saint Poix (Manche), carrière de la société coopérative La Laborieuse

**Tableau 6 - Teneurs en Ba, Sr, Rb, Li (en ppm) des granodiorites mancelliennes ainsi que des aplites et leucogranites qui les bordent ou les recourent (d'après Jonin, 1981)**

Terres rares (T.R.)									Autres éléments				
La	Ce	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Yb	Lu	Th	Hf	Cs	Sc	Co
40	74	-	8	0,85	-	1,2	2,5	0,4	12,5	5,2	11	11,7	7,8

**Tableau 7 - Teneurs en terres rares (en ppm), Th, Hf, Cs, Sc et Co de l'échantillon V6 (d'après Jonin, 1981)**

Auteurs	Date	Méthode	Partie datée	Âge (Ma)	Observations
Graindor et Wasserburg	1962	Rb/Sr	Roche totale	497 ± 10	Datation sur pegmatite probablement postérieure à la mise en place du granite
Kaplan et Leutwein	1963	K/A	Biotites	553 ± 9	Moyenne calculée sur des âges imprécis d'échantillons (selon les auteurs) ; âge imprécis
Pasteels	1970	U/Pb	Monazites	570 ± 25	Âge du refroidissement
Adam	1967 1976	Rb/Sr	Roche totale	592 ± 15	Échantillonnage disparate (feldspath, leucogranite) selon Jonin et Vidal
Jonin et Vidal	1975	Rb/Sr	Roche totale*	617 ± 12	Isochrone en partie déterminée par l'échantillon du bois du Gast, à rapport $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ très bas par rapport à celui des autres échantillons. Si cet échantillon particulier est exclu, l'âge de la granodiorite ne peut être déterminé.
Pasteels et Doré	1982	U/Pb	Monazites	540 ± 10	Âge de refroidissement
Fouillac <i>et al.</i> (1)	1986	Rb/Sr	Roche totale	611 ± 80	Granodiorite de Fougères. Forte dispersion des points dans le diagramme isochrone. Âge non retenu
Fouillac <i>et al.</i> (2)	1986	Rb/Sr	Roche totale	661 ± 25	Données (1) combinées à celles de Jonin et Vidal sur la granodiorite de Vire (1975)
Fouillac <i>et al.</i>	1986	Rb/Sr	Roche totale	565 ± 54	Idem (2) moins les échantillons du bois du Gast (Jonin et Vidal).
Fouillac <i>et al.</i>	1986	Rb/Sr	Roche totale	551 ± 36	Données (1) combinées aux données de Jonin et Vidal (1975) sur l'ensemble du batholite mancellien.
Fouillac <i>et al.</i>	1986	Rb/Sr		521 ± 11	Isochrone statistique sur les minéraux de la granodiorite à cordiérite RT14. Âge de réhomogénéisation lié à la mise en place de leucogranites (?)
Jonin et Vidal	1975	Rb/Sr	Roche totale	507 ± 6	Âge de mise en place des leucogranites.
Jonin	1981			525 ± 6	

\* Datations sur 6 échantillons du massif de Vire-Carolles et 9 échantillons provenant des autres massifs de granodiorite de la Mancellia.

Tableau 8 - Âges radiométriques des granodiorites de Vire-Carolles et de Fougères

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	PF	Total
<b>A</b>	50,50	15,40	17,97	n.d	4,49	7,46	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	95,82
<b>B</b>	48,93	12,94	15,90	0,21	4,81	7,91	3,13	0,96	3,98	0,60	1,08	100,4

**A** - Tinchebray (Orne), limite ouest de la commune ; moulin de Noirie (analyse Saint-Gobain-Isover)

**B** - Saint-Siméon (Orne). Analyse CRPG Nancy (*in* Le Gall et Mary, 1983).

**Tableau 9 – Composition de dolérites de régions voisines du Mortainais–Domfrontais**

	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	CaO %	MgO %	K <sub>2</sub> O %	MnO %	TiO <sub>2</sub> %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g/t	V g/t	Cr g/t
<b>La 8b-29</b>	45,0	12,8	14,5	7,9	5,1	0,8	0,18	4,57	3609	446	33
	Co g/t	Ni g/t	Cu g/t	Zn g/t	Sr g/t	Y g/t	Cd g/t	Ba g/t	Ce g/t	Zr g/t	
<b>La 8b-29</b>	41	46	44	129	251	27	3	115	45	324	

**Tableau 10 – Composition chimique du dyke doléritique de Saint-Siméon (Orne). Échantillon La 8b-29 prélevé au niveau de la ferme du Pont-Bureau. Analyses BRGM.**

N° Indice	Commune	Lieu-dit	Nature de l'ouvrage	X	Y	Z	Prof. début	Prof. fin	Lithologie
02481-0004	Les Loges-Marchis	L'Habit	carrière	348,830	96,280	120,000	0,00	3,00	Formation superficielle : terre
							3,00	20,00	Schiste gris
02481-0005	Lapenty		carrière	353,480	102,820	90,000	0,00	0,20	Formation superficielle : terre
							0,20	8,00	dolérite ; schiste tectonisé
02482-0001	Ferrières		carrière	356,100	98,730	210,000	0,00	0,20	Formation superficielle : terre
							0,20	6,00	Granite moyen très altéré friable
02482-0002	St-Symphorien	La Benchardière	carrière	354,530	98,160	200,000	0,00	0,20	Formation superficielle : terre
							0,20	5,00	Granite moyen gris-bleu
02482-0003	St-Symphorien	Le Bois-Moisi	carrière	354,550	98,980	180,000	0,00	1,00	Formation superficielle : terre
							1,00	9,00	Granite moyen très altéré friable
02482-0004	Ferrières	Saint Anne	carrière	356,930	98,060	135,000	0,00	0,50	Formation superficielle : terre
							0,50	9,00	Schiste gris
02483-0001	Le Teilleul	La Rogetière	carrière	365,850	99,300	190,000	0,00	0,20	Formation superficielle : terre
							0,20	3,00	Granite moyen très altéré friable

Tableau 11 - Principaux travaux enregistrés à la banque des données du sous-sol (BRGM)

02485-0501	St-Mars- d'Égrenne	Les Barbotières	sondage	353,350	87,455	219,000	0,00	1,00	Formation superficielle, limon, terre
							1,00	5,00	Arène, granite
							5,00	39,00	Granite
02485-0505	La Dorée	La Gibaudière	sondage	353,610	87,540	230,000	0,00	1,00	Formation superficielle, limon, blocs
							1,00	21,00	Arène, granite
							21,00	51,00	Granite
02485-0509	La Dorée	Les Barbotières	forage	353,270	87,670	215,000	0,00	61,50	Granite
02485-0510	La Dorée	Les Barbotières	forage	353,300	87,660	215,000	0,00	0,30	Formation superficielle, argile
			exploitation				0,30	23,00	Arène, granite
							23,00	80,00	Granite
02485-0511	Landivy	La Lortière	puits	351,170	92,210	185,000	0,00	6,00	Cornéenne
02485-0512	Pontmain	Le Point-du- Jour	puits	348,530	88,000	165,000	0,00	12,00	Granite, arène
02485-0513	St-Mars-Futaie	La Ménardière	puits	353,570	87,500	225,000	0,00	7,50	Granite, arène
02485-0514	St Mars-Futaie	La Ménardière	puits	353,440	87,510	220,000	0,00	6,00	Granite, arène
02486-0502	Fougerolles-du- Plessis	La Goulgatière	puits	358,020	92,680	205,000	0,00	8,00	Granite, arène
02486-0503	Fougerolles-du- Plessis	Godefresne	puits	357,440	93,240	205,000	0,00	5,00	Granite, arène
02487-0505	Vieuvy	La Pellerie	puits	362,200	88,650	195,000	0,00	8,00	Granite, arène
02487-0506	Vieuvy	La Pellerie	puits	362,370	88,740	190,000	0,00	9,00	Granite, arène

Tableau 11 - Principaux travaux enregistrés à la banque des données du sous-sol (BRGM) (suite)

**Impression BRGM**  
Service reprographie  
Dépôt légal : décembre 1997